VISIT…

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СССР

НАСТАВЛЕНИЕ
ПО
СТРЕЛКОВОМУ ДЕЛУ

ОСНОВЫ СТРЕЛЬБЫ ИЗ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

Издание второе,
исправленное и дополненное

Ордена Трудового Красного Знамени
ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ СССР
МОСКВА — 1970

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СССР

НАСТАВЛЕНИЕ
ПО
СТРЕЛКОВОМУ ДЕЛУ

ОСНОВЫ СТРЕЛЬБЫ ИЗ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

Издание второе,
исправленное и дополненное

Ордена Трудового Красного Знамени
ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ СССР
МОСКВА — 1970

В Наставлении излагаются основные сведения из баллистики и теории стрельбы из стрелкового оружия и противотанковых гранатометов, знание которых необходимо для сознательного и глубокого изучения вопросов устройства и сбережения оружия, приемов и правил стрельбы из него.

НАСТАВЛЕНИЕ ПО СТРЕЛКОВОМУ ДЕЛУ
ОСНОВЫ СТРЕЛЬБЫ ИЗ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

Издание второе, исправленное и дополненное

Под наблюдением полковника *Шинкарева Г. М.*
и редактора полковника *Вильчинского И. К.*
Технический редактор *Кузьмин И. Ф.*
Корректор *Григорьева О. Б.*

Г-62723. Сдано в набор 19.11.68 г. Подписано к печати 13.6.69 г.
Формат $70\times90^{1}/_{32}$, печ. л. $5^{1}/_{2}$, усл. печ. л. 6,435, уч.-изд. л. 6,249
Изд. № 5/1754. Цена 25 коп. Зак. № 1993

Ордена Трудового Красного Знамени
Военное издательство Министерства обороны СССР
Москва, К-160
2-я типография Воениздата
Ленинград, Д-65, Дворцовая пл., 10

Глава первая

СВЕДЕНИЯ ИЗ ВНУТРЕННЕЙ БАЛЛИСТИКИ

1. Внутренняя баллистика — это наука, занимающаяся изучением процессов, которые происходят при выстреле, и в особенности при движении пули (гранаты) по каналу ствола.

Выстрел и его периоды

2. Выстрелом называется выбрасывание пули (гранаты) из канала ствола оружия энергией газов, образующихся при сгорании порохового заряда.

3. При выстреле из стрелкового оружия происходят следующие явления. От удара бойка по капсюлю боевого патрона, досланного в патронник, взрывается ударный состав капсюля и образуется пламя, которое через затравочные отверстия в дне гильзы проникает к пороховому заряду и воспламеняет его. При сгорании порохового (боевого) заряда образуется большое количество сильно нагретых газов, создающих в канале ствола высокое давление на дно пули, дно и стенки гильзы, а также на стенки ствола и затвор.

В результате давления газов на дно пули она сдвигается с места и врезается в нарезы; вращаясь по ним, продвигается по каналу ствола с непрерывно возрастающей скоростью и выбрасывается наружу по направлению оси канала ствола. Давление газов на дно гильзы вызывает движение оружия (ствола) назад. От давления газов на стенки гильзы и ствола происходит их растяжение (упругая деформация), и гильза, плотно прижимаясь к патроннику, препятствует прорыву пороховых газов в сторону затвора. Одновременно при выстреле возникает колебательное движение (вибрация) ствола и происходит его нагревание. Раскаленные газы и частицы несгоревшего пороха, истекающие из канала ствола вслед за пулей, при встрече с воздухом порождают пламя и ударную волну; последняя является источником звука при выстреле.

При выстреле из автоматического оружия, устройство которого основано на принципе использования энергии пороховых газов, отводимых через отверстие в стенке ствола (например, автомат и пулеметы Калашникова, снайперская винтовка Драгунова, станковый пулемет Горюнова), часть пороховых газов, кроме того, после прохождения пулей газоотводного отверстия устремляется через него в газовую камору, ударяет в поршень и отбрасывает поршень с затворной рамой (толкатель с затвором) назад.

Пока затворная рама (стебель затвора) не пройдет определенное расстояние, обеспечивающее вылет пули из канала ствола, за-

твор продолжает запирать канал ствола. После вылета пули из канала ствола происходит его отпирание; затворная рама и затвор, двигаясь назад, сжимают возвратную (возвратно-боевую) пружину; затвор при этом извлекает из патронника гильзу. При движении вперед под действием сжатой пружины затвор досылает очередной патрон в патронник и вновь запирает канал ствола.

При выстреле из автоматического оружия, устройство которого основано на принципе использования энергии отдачи (например, пистолет Макарова, автоматический пистолет Стечкина, автомат обр. 1941 г.), давление газов через дно гильзы передается на затвор и вызывает движение затвора с гильзой назад. Это движение начинается в момент, когда давление пороховых газов на дно гильзы преодолевает инерцию затвора и усилие возвратно-боевой пружины. Пуля к этому времени уже вылетает из канала ствола. Отходя назад, затвор сжимает возвратно-боевую пружину, затем под действием энергии сжатой пружины затвор движется вперед и досылает очередной патрон в патронник.

В некоторых образцах оружия (например, крупнокалиберный пулемет Владимирова, станковый пулемет обр. 1910 г.) под действием давления пороховых газов на дно гильзы вначале движется назад ствол вместе со сцепленным с ним затвором (замком). Пройдя некоторое расстояние, обеспечивающее вылет пули из канала ствола, ствол и затвор расцепляются, после чего затвор по инерции

отходит в крайнее заднее положение и сжимает (растягивает) возвратную пружину, а ствол под действием пружины возвращается в переднее положение.

Иногда после удара бойка по капсюлю выстрела не последует или он произойдет с некоторым запозданием. В первом случае имеет место осечка, а во втором — затяжной выстрел. Причиной осечки чаще всего бывает отсыревание ударного состава капсюля или порохового заряда, а также слабый удар бойка по капсюлю. Поэтому необходимо оберегать боеприпасы от влаги и содержать оружие в исправном состоянии.

Затяжной выстрел является следствием медленного развития процесса зажжения или воспламенения порохового заряда. Поэтому после осечки не следует сразу открывать затвор, так как возможен затяжной выстрел. Если осечка произойдет при стрельбе из станкового гранатомета, то перед его разряжанием необходимо выждать не менее одной минуты.

4. При сгорании порохового заряда примерно 25—35% выделяемой энергии затрачивается на сообщение пуле поступательного движения (основная работа); 15—25% энергии — на совершение второстепенных работ (врезание и преодоление трения пули при движении по каналу ствола; нагревание стенок ствола, гильзы и пули; перемещение подвижных частей оружия, газообразной и несгоревшей частей пороха); около 40% энер-

гии не используется и теряется после вылета пули из канала ствола.

5. Выстрел происходит в очень короткий промежуток времени (0,001—0,06 сек). При выстреле различают четыре последовательных

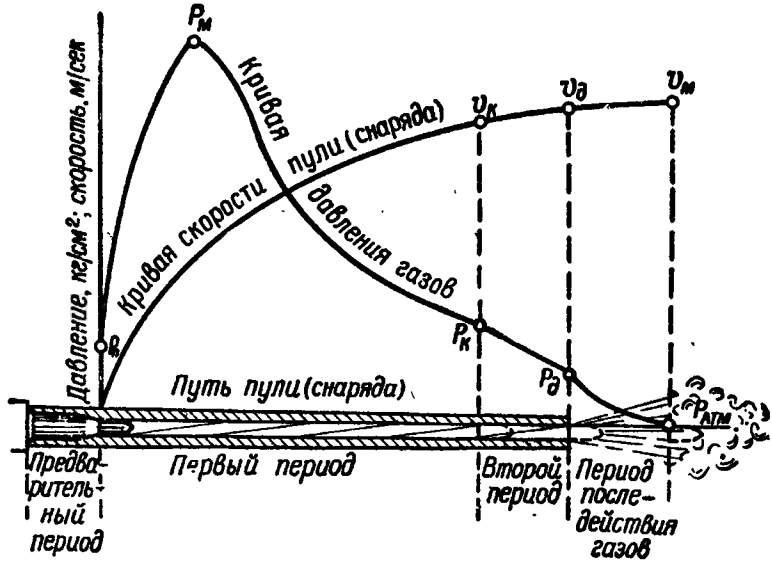


Рис. 1. Периоды выстрела:

P_0 — давление форсирования; $P_м$ — наибольшее (максимальное) давление; $P_к$ и $v_к$ — давление газов и скорость пули в момент конца горения пороха; $P_д$ и $v_д$ — давление газов и скорость пули в момент вылета ее из канала ствола; $v_м$ — наибольшая (максимальная) скорость пули; $P_{атм}$ — давление, равное атмосферному

периода: предварительный; первый, или основной; второй; третий, или период последействия газов (рис. 1).

6. **Предварительный период** длится от начала горения порохового заряда до полного врезания оболочки пули в нарезы ствола. В течение этого периода в канале ствола соз-

дается давление газов, необходимое для того, чтобы сдвинуть пулю с места и преодолеть сопротивление ее оболочки врезанию в нарезы ствола. Это давление называется **давлением форсирования**; оно достигает 250—500 кг/см^2 в зависимости от устройства нарезов, веса пули и твердости ее оболочки (например, у стрелкового оружия под патрон обр. 1943 г. давление форсирования равно около 300 кг/см^2). Принимают, что горение порохового заряда в этом периоде происходит в постоянном объеме, оболочка врезается в нарезы мгновенно, а движение пули начинается сразу же при достижении в канале ствола давления форсирования.

7. Первый, или **основной, период** длится от начала движения пули до момента полного сгорания порохового заряда. В этот период горение порохового заряда происходит в быстро изменяющемся объеме. В начале периода, когда скорость движения пули по каналу ствола еще невелика, количество газов растет быстрее, чем объем запульного пространства (пространство между дном пули и дном гильзы), давление газов быстро повышается и достигает наибольшей величины (например, у стрелкового оружия под патрон обр. 1943 г.— 2800 кг/см^2, а под винтовочный патрон — 2900 кг/см^2). Это давление называется **максимальным давлением.** Оно создается у стрелкового оружия при прохождении пулей 4—6 см пути. Затем, вследствие быстрого увеличения скорости движения пули, объем запульного пространства увеличивается быст-

рее притока новых газов, и давление начинает падать, к концу периода оно равно примерно $^2/_3$ максимального давления. Скорость движения пули постоянно возрастает и к концу периода достигает примерно $^3/_4$ начальной скорости. Пороховой заряд полностью сгорает незадолго до того, как пуля вылетит из канала ствола.

8. **Второй период** длится от момента полного сгорания порохового заряда до момента вылета пули из канала ствола. С началом этого периода приток пороховых газов прекращается, однако сильно сжатые и нагретые газы расширяются и, оказывая давление на пулю, увеличивают скорость ее движения. Спад давления во втором периоде происходит довольно быстро и у дульного среза — **дульное давление** — составляет у различных образцов оружия 300—900 кг/см^2 (например, у самозарядного карабина Симонова — 390 кг/см^2, у станкового пулемета Горюнова — 570 кг/см^2). Скорость пули в момент вылета ее из канала ствола (дульная скорость) несколько меньше начальной скорости.

У некоторых видов стрелкового оружия, особенно короткоствольных (например, пистолет Макарова), второй период отсутствует, так как полного сгорания порохового заряда к моменту вылета пули из канала ствола фактически не происходит.

9. **Третий период, или период последействия газов,** длится от момента вылета пули из канала ствола до момента прекращения действия пороховых газов на пулю. В течение

этого периода пороховые газы, истекающие из канала ствола со скоростью 1200—2000 м/сек, продолжают воздействовать на пулю и сообщают ей дополнительную скорость. Наибольшей (максимальной) скорости пуля достигает в конце третьего периода на удалении нескольких десятков сантиметров от дульного среза ствола. Этот период заканчивается в тот момент, когда давление пороховых газов на дно пули будет уравновешено сопротивлением воздуха.

Начальная скорость пули

10. Начальной скоростью (v_0) называется скорость движения пули у дульного среза ствола.

За начальную скорость принимается условная скорость, которая несколько больше дульной и меньше максимальной. Она определяется опытным путем с последующими расчетами. Величина начальной скорости пули указывается в таблицах стрельбы и в боевых характеристиках оружия.

Начальная скорость является одной из важнейших характеристик боевых свойств оружия. При увеличении начальной скорости увеличивается дальность полета пули, дальность прямого выстрела, убойное и пробивное действие пули, а также уменьшается влияние внешних условий на ее полет.

11. Величина начальной скорости пули зависит от длины ствола; веса пули; веса, темпе-

ратуры и влажности порохового заряда, формы и размеров зерен пороха и плотности заряжания.

Чем длиннее ствол, тем большее время на пулю действуют пороховые газы и тем больше начальная скорость.

При постоянной длине ствола и постоянном весе порохового заряда начальная скорость тем больше, чем меньше вес пули.

Изменение веса порохового заряда приводит к изменению количества пороховых газов, а следовательно, и к изменению величины максимального давления в канале ствола и начальной скорости пули. Чем больше вес порохового заряда, тем больше максимальное давление и начальная скорость пули.

Длина ствола и вес порохового заряда увеличиваются при конструировании оружия до наиболее рациональных размеров.

С повышением температуры порохового заряда увеличивается скорость горения пороха, а поэтому увеличивается максимальное давление и начальная скорость. При понижении температуры заряда начальная скорость уменьшается. Увеличение (уменьшение) начальной скорости вызывает увеличение (уменьшение) дальности полета пули. В связи с этим необходимо учитывать поправки дальности на температуру воздуха и заряда (температура заряда примерно равна температуре воздуха).

С повышением влажности порохового заряда уменьшается скорость его горения и начальная скорость пули.

Форма и размеры пороха оказывают существенное влияние на скорость горения порохового заряда, а следовательно, и на начальную скорость пули. Они подбираются соответствующим образом при конструировании оружия.

Плотностью заряжания называется отношение веса заряда к объему гильзы при вставленной пуле (каморы сгорания заряда). При глубокой посадке пули значительно увеличивается плотность заряжания, что может привести при выстреле к резкому скачку давления и вследствие этого к разрыву ствола, поэтому такие патроны нельзя использовать для стрельбы. При уменьшении (увеличении) плотности заряжания увеличивается (уменьшается) начальная скорость пули.

Отдача оружия и угол вылета

12. Отдачей называется движение оружия (ствола) назад во время выстрела. Отдача ощущается в виде толчка в плечо, руку или грунт.

13. Действие отдачи оружия характеризуется величиной скорости и энергии, которой оно обладает при движении назад.

Скорость отдачи оружия примерно во столько раз меньше начальной скорости пули, во сколько раз пуля легче оружия.

Энергия отдачи у ручного стрелкового оружия обычно не превышает 2 кгм и воспринимается стреляющим безболезненно.

При стрельбе из автоматического оружия, устройство которого основано на принципе

использования энергии отдачи, часть ее расходуется на сообщение движения подвижным частям и на перезаряжание оружия. Поэтому энергия отдачи при выстреле из такого оружия меньше, чем при стрельбе из неавтоматического оружия или из автоматического оружия, устройство которого основано на принципе использования энергии пороховых газов, отводимых через отверстие в стенке ствола.

14. Сила давления пороховых газов (сила отдачи) и сила сопротивления отдаче (упор приклада, рукоятки, центр тяжести оружия и т. д.) расположены не на одной прямой и направлены в противоположные стороны. Они образуют пару сил, под действием которой дульная часть ствола оружия отклоняется кверху (рис. 2). Величина отклонения дульной части ствола данного оружия тем больше, чем больше плечо этой пары сил.

Кроме того, при выстреле ствол оружия совершает колебательные движения — вибрирует. В результате вибрации дульная часть ствола в момент вылета пули может также отклониться от первоначального положения в любую сторону (вверх, вниз, вправо, влево). Величина этого отклонения увеличивается при неправильном использовании упора для стрельбы, загрязнении оружия и т. п.

У автоматического оружия, имеющего газоотводное отверстие в стволе, в результате давления газов на переднюю стенку газовой каморы дульная часть ствола оружия при выстреле несколько отклоняется в сторону, про-

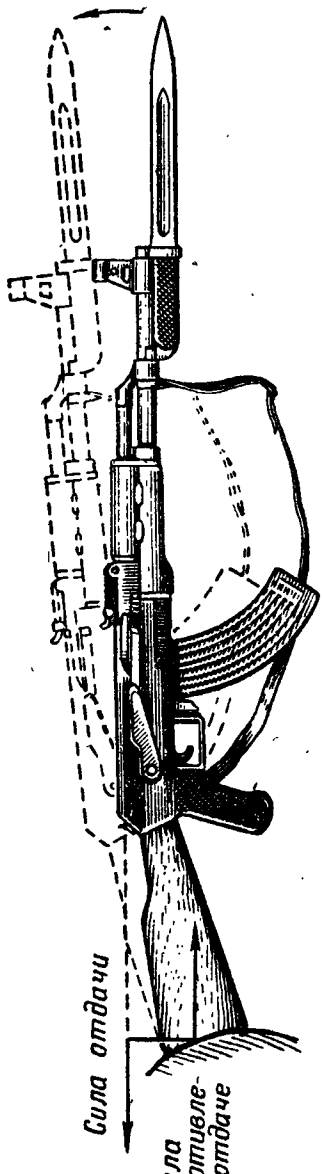


Рис. 2. Подбрасывание дульной части ствола оружия вверх при выстреле в результате действия отдачи

тивоположную расположению газоотводного отверстия.

Сочетание влияния вибрации ствола, отдачи оружия и других причин приводит к образованию угла между направлением оси канала ствола до выстрела и ее направлением в момент вылета пули из канала ствола; этот угол называется **углом вылета** (γ). Угол вылета считается положительным, когда ось канала ствола в момент вылета пули выше ее положения до выстрела, и отрицательным, когда она ниже. Величина угла вылета дается в таблицах стрельбы.

Влияние угла вылета на стрельбу у каждого экземпляра оружия устраняется при приведении его к

нормальному бою. Однако при нарушении правил прикладки оружия, использования упора, а также правил ухода за оружием и его сбережения изменяются величина угла вылета и бой оружия. Для обеспечения однообразия угла вылета и уменьшения влияния отдачи на результаты стрельбы необходимо точно соблюдать приемы стрельбы и правила ухода за оружием, указанные в наставлениях по стрелковому делу.

15. С целью уменьшения вредного влияния отдачи на результаты стрельбы в некоторых образцах стрелкового оружия (например, автомат Калашникова) применяются специальные устройства — компенсаторы. Истекающие из канала ствола газы, ударяясь о стенки компенсатора, несколько опускают дульную часть ствола влево и вниз.

Особенности выстрела из ручных (станковых) противотанковых гранатометов

16. Ручные (станковые) противотанковые гранатометы относятся к динамо-реактивному оружию. При выстреле из гранатомета часть пороховых газов выбрасывается назад через открытую казенную часть ствола и возникающая при этом реактивная сила уравновешивает силу отдачи; другая часть пороховых газов оказывает давление на гранату, как в обычном оружии (динамическое действие), и сообщает ей необходимую начальную скорость.

17. Реактивная сила при выстреле из

гранатомета образуется в результате истечения пороховых газов через казенную часть ствола. В связи с тем, что площадь дна гранаты, являющегося как бы передней стенкой ствола, больше площади сопла, преграждающего путь газам назад, появляется избыточная сила давления пороховых газов (реактивная сила), направленная в сторону, обратную истечению газов. Эта сила компенсирует отдачу гранатомета (она практически отсутствует) и придает гранате начальную скорость.

Рис. 3. Образование реактивной силы при действии реактивного двигателя гранаты:
1 — передняя стенка реактивного двигателя; *2* — сопло

При действии реактивного двигателя гранаты на полете (рис. 3), в связи с разностью площадей его передней стенки и задней, имеющей одно или несколько сопел, давление на переднюю стенку больше и образующаяся реактивная сила увеличивает скорость полета гранаты.

18. Величина реактивной силы пропорциональна количеству истекающих газов и скорости их истечения. Скорость истечения газов при выстреле из гранатомета увеличивается с помощью сопла (сужающегося, а затем расширяющегося отверстия).

Приближенно величина реактивной силы

равна одной десятой количества истекающих газов за одну секунду, умноженной на скорость их истечения.

Пример. Определить величину реактивной силы (PC) реактивного двигателя гранаты, если его заряд весом (ω) 0,2 кг сгорает за 0,2 сек (t) и скорость истечения газов (v) равна 2000 м/сек.

Решение. Определяем величину реактивной силы:

$$PC = \frac{0{,}1 \cdot \omega \cdot v}{t} = \frac{0{,}1 \cdot 0{,}2 \cdot 2000}{0{,}2} = 200 \text{ кг}.$$

19. На характер изменения давления газов в канале ствола гранатомета оказывают влияние малые плотности заряжания и истечение пороховых газов; поэтому величина максимального давления газов в стволе гранатомета в 3—5 раз меньше, чем в стволе стрелкового оружия. Пороховой заряд гранаты сгорает к моменту вылета ее из канала ствола. Заряд реактивного двигателя воспламеняется и сгорает при полете гранаты в воздухе на некотором удалении от гранатомета.

Под действием реактивной силы реактивного двигателя скорость движения гранаты все время увеличивается и достигает наибольшего значения на траектории в конце истечения пороховых газов из реактивного двигателя. Наибольшая скорость движения гранаты называется **максимальной скоростью.**

Действие пороховых газов на ствол и меры по его сбережению

20. В процессе стрельбы ствол подвергается **износу.** Причины, вызывающие износ ствола,

можно разбить на три основные группы — химического, механического и термического характера.

В результате **причин химического характера** в канале ствола образуется нагар, который оказывает большое влияние на износ канала ствола.

Примечание. Нагар состоит из растворимых и нерастворимых веществ. Растворимые вещества представляют собой соли, образующиеся при взрыве ударного состава капсюля (в основном — хлористый калий). Нерастворимыми веществами нагара являются: зола, образовавшаяся при сгорании порохового заряда; томпак, сорванный с оболочки пули; медь, латунь, оплавленные из гильзы; свинец, выплавленный из дна пули; железо, оплавленное из ствола и сорванное с пули, и т. п. Растворимые соли, впитывая влагу из воздуха, образуют раствор, вызывающий ржавление. Нерастворимые вещества в присутствии солей усиливают ржавление.

Если после стрельбы не удалить весь пороховой нагар, то канал ствола в течение короткого времени в местах скола хрома покроется ржавчиной, после удаления которой остаются следы. При повторении таких случаев степень поражения ствола будет повышаться и может дойти до появления раковин, т. е. значительных углублений в стенках канала ствола. Немедленная чистка и смазка канала ствола после стрельбы предохраняют его от поражения ржавчиной.

Причины механического характера — удары и трение пули о нарезы, неправильная чистка (чистка ствола без применения дульной накладки или чистка с казенной части без вставленной в патронник гильзы с просверленным

в ее дне отверстием) и т. п. — приводят к стиранию полей нарезов или округлению углов полей нарезов, особенно их левой грани, выкрашиванию и сколу хрома в местах сетки разгара.

Причины термического характера — высокая температура пороховых газов, периодическое расширение канала ствола и возвращение его в первоначальное состояние — приводят к образованию сетки разгара и оплавлению поверхностей стенок канала ствола в местах скола хрома.

Под действием всех этих причин канал ствола расширяется и изменяется его поверхность, вследствие чего увеличивается прорыв пороховых газов между пулей и стенками канала ствола, уменьшается начальная скорость пули и увеличивается разброс пуль.

Для увеличения срока пригодности ствола к стрельбе необходимо соблюдать установленные правила чистки и осмотра оружия и боеприпасов, принимать меры к уменьшению нагрева ствола во время стрельбы.

21. Прочностью ствола называется способность его стенок выдерживать определенное давление пороховых газов в канале ствола. Так как давление газов в канале ствола при выстреле не одинаково на всем его протяжении, стенки ствола делаются разной толщины — толще в казенной части и тоньше к дульной. При этом стволы изготавливаются такой толщины, чтобы они могли выдержать давление, в 1,3—1,5 раза превышающее наибольшее.

Если давление газов почему-либо превысит величину, на которую рассчитана прочность ствола, то может произойти **раздутие** или **разрыв ствола.**

Раздутие ствола может произойти в большинстве случаев от попадания в ствол посторонних предметов (пакля, ветошь, песок). При движении по каналу ствола пуля, встретив посторонний предмет, замедляет движе-

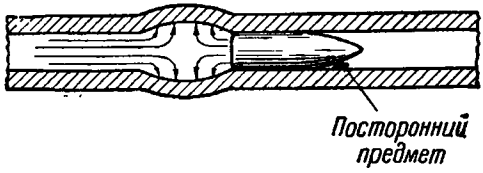


Рис. 4. Раздутие ствола

ние и поэтому запульное пространство увеличивается медленнее, чем при нормальном выстреле. Но так как горение порохового заряда продолжается и приток газов интенсивно увеличивается, в месте замедления движения пули создается повышенное давление; когда давление превзойдет величину, на которую рассчитана прочность ствола, получается раздутие, а иногда и разрыв ствола (рис. 4).

Чтобы не допустить раздутия или разрыва ствола, следует всегда оберегать канал ствола от попадания в него посторонних предметов, перед стрельбой обязательно осмотреть и, если необходимо, вычистить его.

22. При длительной эксплуатации оружия, а также при недостаточно тщательной подготовке его к стрельбе может образоваться

увеличенный зазор между затвором и стволом, который позволяет при выстреле двигаться гильзе назад. Но так как стенки гильзы под давлением газов плотно прижаты к патроннику и сила трения препятствует движению гильзы, она растягивается и, если зазор велик, рвется; происходит так называемый поперечный разрыв гильзы.

Для того чтобы избежать разрывов гильз, необходимо при подготовке оружия к стрельбе проверить величину зазора (у оружия, имеющего регуляторы зазора), содержать патронник в чистоте и не применять для стрельбы загрязненные патроны.

23. Живучестью ствола называется способность ствола выдержать определенное количество выстрелов, после которого он изнашивается и теряет свои качества (значительно увеличивается разброс пуль, уменьшается начальная скорость и устойчивость полета пуль). Живучесть хромированных стволов стрелкового оружия достигает 20—30 тыс. выстрелов.

Увеличение живучести ствола достигается правильным уходом за оружием и соблюдением режима огня.

24. Режимом огня называется наибольшее количество выстрелов, которое может быть произведено за определенный промежуток времени без ущерба для материальной части оружия, безопасности и без ухудшения результатов стрельбы. Каждый вид оружия имеет свой режим огня.

В целях соблюдения режима огня необхо-

димо производить смену ствола или охлаждение его через определенное количество выстрелов.

Несоблюдение режима огня приводит к чрезмерному нагреву ствола и, следовательно, к преждевременному его износу, а также к резкому снижению результатов стрельбы.

Глава вторая

СВЕДЕНИЯ ИЗ ВНЕШНЕЙ БАЛЛИСТИКИ

25. Внешняя баллистика — это наука, изучающая движение пули (гранаты) после прекращения действия на нее пороховых газов.

Вылетев из канала ствола под действием пороховых газов, пуля (граната) движется по инерции. Граната, имеющая реактивный двигатель, движется по инерции после истечения газов из реактивного двигателя.

Траектория и ее элементы

26. Траекторией называется кривая линия, описываемая центром тяжести пули (гранаты) в полете (рис. 5).

Пуля (граната) при полете в воздухе подвергается действию двух сил: силы тяжести и силы сопротивления воздуха. Сила тяжести заставляет пулю (гранату) постепенно понижаться, а сила сопротивления воздуха непрерывно замедляет движение пули (гранаты) и стремится опрокинуть ее. В результате действия этих сил скорость полета пули (гранаты) постепенно уменьшается, а ее траектория представляет собой по форме неравномерно изогнутую кривую линию.

27. Сопротивление воздуха полету пули (гранаты) вызывается тем, что воздух пред-

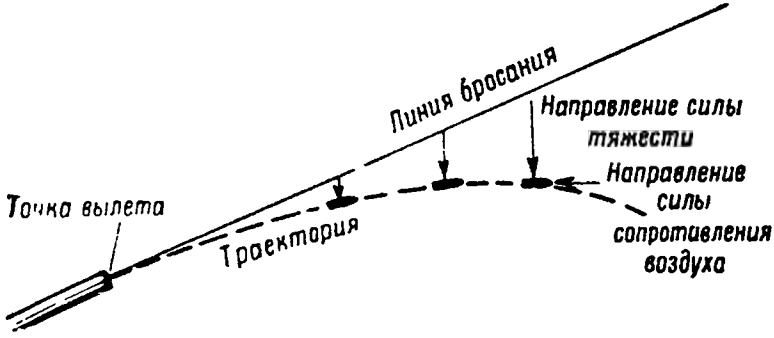


Рис. 5. Траектория пули (вид сбоку)

ставляет собой упругую среду и поэтому на движение в этой среде затрачивается часть энергии пули (гранаты).

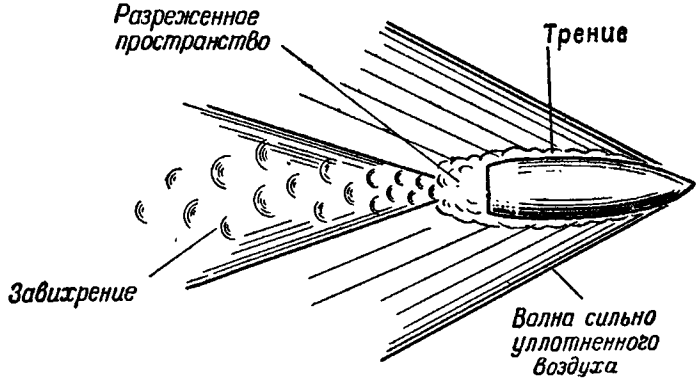


Рис. 6. Образование силы сопротивления воздуха

Сила сопротивления воздуха вызывается тремя основными причинами (рис. 6): трением воздуха, образованием завихрений и образованием баллистической волны.

28. Частицы воздуха, соприкасающиеся с движущейся пулей (гранатой), вследствие внутреннего сцепления (вязкости) и сцепления с ее поверхностью создают **трение** и уменьшают скорость полета пули (гранаты).

29. Примыкающий к поверхности пули (гранаты) слой воздуха, в котором движение частиц изменяется от скорости пули (гранаты) до нуля, называется **пограничным слоем.** Этот слой воздуха, обтекая пулю, отрывается от ее поверхности и не успевает сразу же сомкнуться за донной частью.

За донной частью пули образуется разреженное пространство, вследствие чего появляется разность давлений на головную и донную части. Эта разность создает силу, направленную в сторону, обратную движению пули, и уменьшающую скорость ее полета. Частицы воздуха, стремясь заполнить разрежение, образовавшееся за пулей, создают **завихрение.**

30. Пуля (граната) при полете сталкивается с частицами воздуха и заставляет их колебаться. Вследствие этого перед пулей (гранатой) повышается плотность воздуха и образуются звуковые волны. Поэтому полет пули (гранаты) сопровождается характерным звуком. При скорости полета пули (гранаты), меньшей скорости звука, образование этих волн оказывает незначительное влияние на ее полет, так как волны распространяются быстрее скорости полета пули (гранаты). При скорости полета пули, большей скорости звука, от набегания звуковых волн друг на дру-

га создается волна сильно уплотненного воздуха — **баллистическая волна,** замедляющая скорость полета пули, так как пуля тратит часть своей энергии на создание этой волны.

31. Равнодействующая (суммарная) всех сил, образующихся вследствие влияния воздуха на полет пули (гранаты), составляет **силу сопротивления воздуха.** Точка приложения силы сопротивления называется **центром сопротивления.**

Действие силы сопротивления воздуха на полет пули (гранаты) очень велико; оно вызывает уменьшение скорости и дальности полета пули (гранаты). Например, пуля обр. 1930 г. при угле бросания 15° и начальной скорости 800 м/сек в безвоздушном пространстве полетела бы на дальность 32 620 м; дальность полета этой пули при тех же условиях, но при наличии сопротивления воздуха равна лишь 3900 м.

32. Величина силы сопротивления воздуха зависит от скорости полета, формы и калибра пули (гранаты), а также от ее поверхности и плотности воздуха.

Сила сопротивления воздуха возрастает с увеличением скорости полета пули, ее калибра и плотности воздуха.

При сверхзвуковых скоростях полета пули, когда основной причиной сопротивления воздуха является образование уплотнения воздуха перед головной частью (баллистической волны), выгодны пули с удлиненной остроконечной головной частью. При дозвуковых скоростях полета гранаты, когда основной при-

чиной сопротивления воздуха является образование разреженного пространства и завихрений, выгодны гранаты с удлиненной и суженной хвостовой частью.

Чем глаже поверхность пули, тем меньше сила трения и сила сопротивления воздуха.

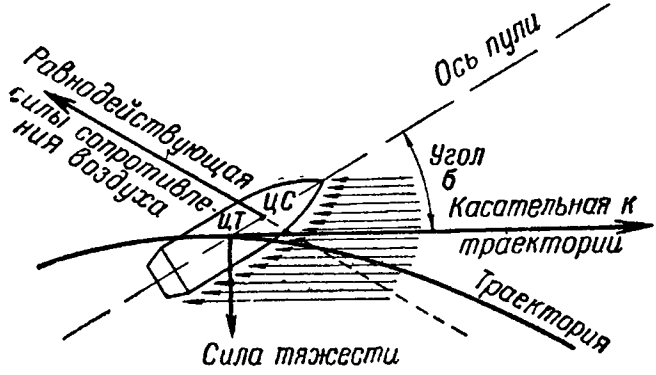


Рис. 7. Действие силы сопротивления воздуха на полет пули:
ЦТ — центр тяжести; *ЦС* — центр сопротивления воздуха

Разнообразие форм современных пуль (гранат) во многом определяется необходимостью уменьшить силу сопротивления воздуха.

33. Под действием начальных возмущений (толчков) в момент вылета пули из канала ствола между осью пули и касательной к траектории образуется угол (*б*) и сила сопротивления воздуха действует не вдоль оси пули, а под углом к ней, стремясь не только замедлить движение пули, но и опрокинуть ее (рис. 7).

Для того чтобы пуля не опрокидывалась под действием силы сопротивления воздуха, ей придают с помощью нарезов в канале ство-

ла быстрое вращательное движение. Например, при выстреле из автомата Калашникова скорость вращения пули в момент вылета из канала ствола равна около 3000 оборотов в секунду.

При полете быстро вращающейся пули в воздухе происходят следующие явления. Сила сопротивления воздуха стремится повернуть пулю головной частью вверх и назад. Но головная часть пули в результате быстрого вращения согласно свойству гироскопа стремится сохранить приданное положение и отклонится не вверх, а весьма незначительно в сторону своего вращения под прямым углом к направлению действия силы сопротивления воздуха, т. е. вправо. Как только головная часть пули отклонится вправо, изменится направление действия силы сопротивления воздуха — она стремится повернуть головную часть пули вправо и назад, но поворот головной части пули произойдет не вправо, а вниз и т. д. Так как действие силы сопротивления воздуха непрерывно, а направление ее относительно пули меняется с каждым отклонением оси пули, то головная часть пули описывает окружность, а ее ось — конус с вершиной в центре тяжести. Происходит так называемое **медленное коническое,** или **прецессионное, движение,** и пуля летит головной частью вперед, т. е. как бы следит за изменением кривизны траектории (рис. 8).

34. Ось медленного конического движения несколько отстает от касательной к траектории (располагается выше последней). Следо-

вательно, пуля с потоком воздуха сталкивается больше нижней частью и ось медленного конического движения отклоняется в сторону вращения (вправо при правой нарезке ствола). Отклонение пули от плоскости стрельбы

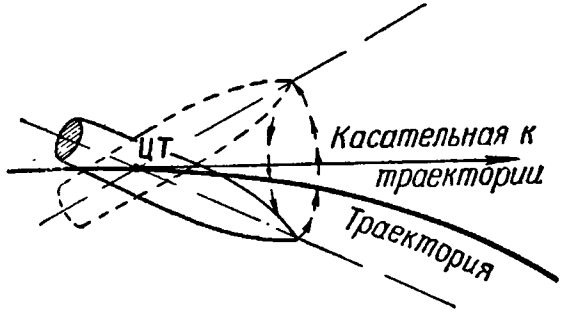


Рис. 8. Медленное коническое движение пули

в сторону ее вращения называется **деривацией** (рис. 9).

Таким образом, причинами деривации являются: вращательное движение пули, сопро-

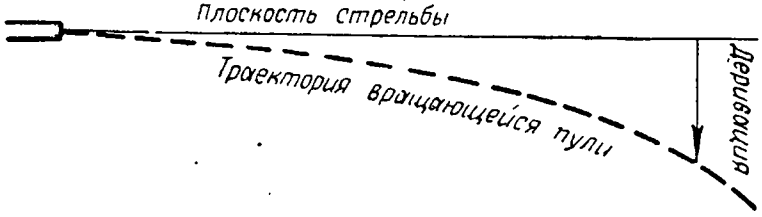


Рис. 9. Деривация (вид траектории сверху)

тивление воздуха и понижение под действием силы тяжести касательной к траектории. При отсутствии хотя бы одной из этих причин деривации не будет.

В таблицах стрельбы деривация дается как поправка направления в тысячных. Однако при стрельбе из стрелкового оружия величина деривации незначительная (например, на дальности 500 м она не превышает 0,1 тысячной) и ее влияние на результаты стрельбы практически не учитывается.

35. Устойчивость гранаты на полете обеспечивается наличием стабилизатора, который

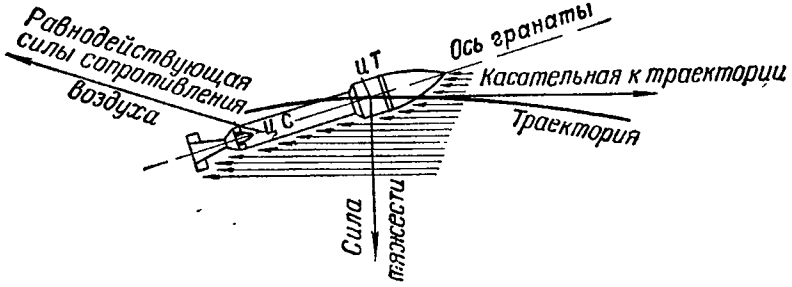


Рис. 10. Действие силы сопротивления воздуха на полет гранаты

позволяет перенести центр сопротивления воздуха назад, за центр тяжести гранаты (рис. 10). Вследствие этого сила сопротивления воздуха поворачивает ось гранаты к касательной к траектории, заставляя гранату двигаться головной частью вперед.

Для улучшения кучности некоторым гранатам придают за счет истечения газов медленное вращение. Вследствие вращения гранаты моменты сил, отклоняющие ось гранаты, действуют последовательно в разные стороны, поэтому кучность стрельбы улучшается.

36. Для изучения траектории пули (гранаты) приняты следующие определения (рис. 11).

Центр дульного среза ствола называется **точкой вылета.** Точка вылета является началом траектории.

Горизонтальная плоскость, проходящая через точку вылета, называется **горизонтом оружия.** На чертежах, изображающих оружие и траекторию сбоку, горизонт оружия имеет вид горизонтальной линии. Траектория дважды пересекает горизонт оружия: в точке вылета и в точке падения.

Прямая линия, являющаяся продолжением оси канала ствола наведенного оружия, называется **линией возвышения.**

Вертикальная плоскость, проходящая через линию возвышения, называется **плоскостью стрельбы.**

Угол, заключен-

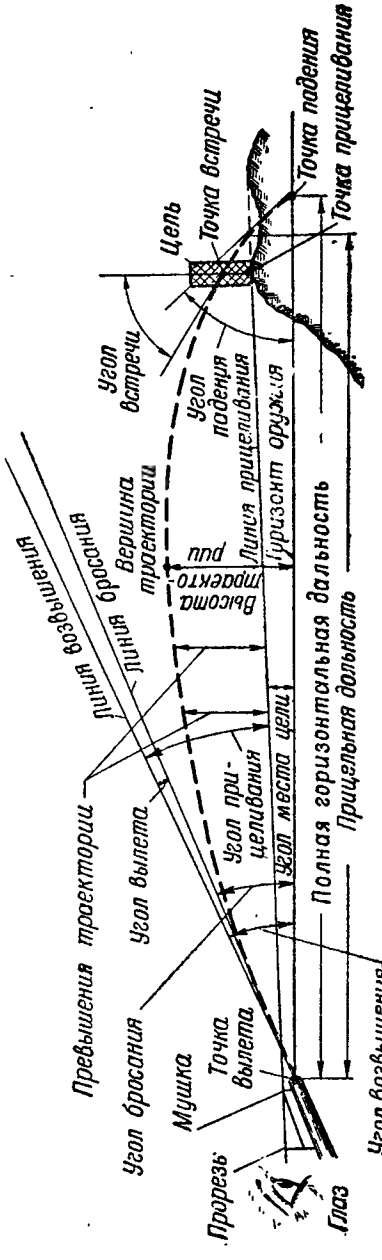


Рис. 11. Элементы траектории

ный между линией возвышения и горизонтом оружия, называется **углом возвышения** (φ). Если этот угол отрицательный, то он называется **углом склонения** (снижения).

Прямая линия, являющаяся продолжением оси канала ствола в момент вылета пули, называется **линией бросания.**

Угол, заключенный между линией бросания и горизонтом оружия, называется **углом бросания** (θ_0).

Угол, заключенный между линией возвышения и линией бросания, называется **углом вылета** (γ).

Точка пересечения траектории с горизонтом оружия называется **точкой падения.**

Угол, заключенный между касательной к траектории в точке падения и горизонтом оружия, называется **углом падения** (θ_c).

Расстояние от точки вылета до точки падения называется **полной горизонтальной дальностью** (X).

Скорость пули (гранаты) в точке падения называется **окончательной скоростью** (v_c).

Время движения пули (гранаты) от точки вылета до точки падения называется **полным временем полета** (T).

Наивысшая точка траектории называется **вершиной траектории.**

Кратчайшее расстояние от вершины траектории до горизонта оружия называется **высотой траектории** (Y).

Часть траектории от точки вылета до вершины называется **восходящей ветвью;** часть

траектории от вершины до точки падения называется **нисходящей ветвью** траектории.

Точка на цели или вне ее, в которую наводится оружие, называется **точкой прицеливания (наводки).**

Прямая линия, проходящая от глаза стрелка через середину прорези прицела (на уровне с ее краями) и вершину мушки в точку прицеливания, называется **линией прицеливания.**

Угол, заключенный между линией возвышения и линией прицеливания, называется **углом прицеливания** (α).

Угол, заключенный между линией прицеливания и горизонтом оружия, называется **углом места цели** (ε). Угол места цели считается положительным (+), когда цель выше горизонта оружия, и отрицательным (—), когда цель ниже горизонта оружия. Угол места цели может быть определен с помощью приборов или по формуле тысячной

$$\varepsilon = \frac{B \cdot 1000}{Д},$$

где ε — угол места цели в тысячных;

B — превышение цели над горизонтом оружия в метрах;

$Д$ — дальность стрельбы в метрах.

Расстояние от точки вылета до пересечения траектории с линией прицеливания называется **прицельной дальностью** ($Д_п$).

Кратчайшее расстояние от любой точки траектории до линии прицеливания называется **превышением траектории над линией прицеливания.**

Прямая, соединяющая точку вылета с целью, называется **линией цели.** Расстояние от точки вылета до цели по линии цели называется **наклонной дальностью.** При стрельбе прямой наводкой линия цели практически совпадает с линией прицеливания, а наклонная дальность с прицельной дальностью.

Точка пересечения траектории с поверхностью цели (земли, преграды) называется **точкой встречи.**

Угол, заключенный между касательной к траектории и касательной к поверхности цели (земли, преграды) в точке встречи, называется **углом встречи** (μ). За угол встречи принимается меньший из смежных углов, измеряемый от 0 до 90°.

37. Траектория пули в воздухе имеет следующие свойства:

— нисходящая ветвь короче и круче восходящей;

— угол падения больше угла бросания;

— окончательная скорость пули меньше начальной;

— наименьшая скорость полета пули при стрельбе под большими углами бросания — на нисходящей ветви траектории, а при стрельбе под небольшими углами бросания — в точке падения;

— время движения пули по восходящей ветви траектории меньше, чем по нисходящей;

— траектория вращающейся пули вследствие понижения пули под действием силы тя-

жести и деривации представляет собой линию двоякой кривизны.

38. Траекторию гранаты в воздухе можно разделить на два участка (рис. 12): **активный** — полет гранаты под действием реактивной силы (от точки вылета до точки, где действие реактивной силы прекращается) и **пассивный** — полет гранаты по инерции. Форма траектории гранаты примерно такая же, как и у пули.

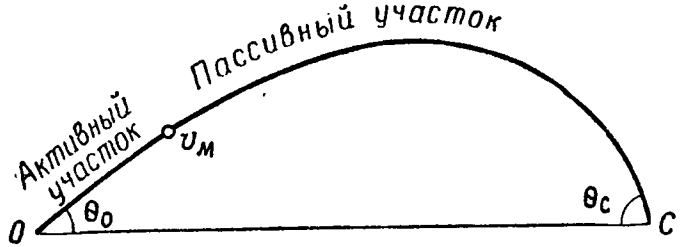


Рис. 12. Траектория гранаты (вид сбоку́)

Прицеливание (наводка)

39. Для того чтобы пуля (граната) долетела до цели и попала в нее или желаемую точку на ней, необходимо до выстрела придать оси канала ствола определенное положение в пространстве (в горизонтальной и вертикальной плоскостях).

Придание оси канала ствола оружия необходимого для стрельбы положения в пространстве называется **прицеливанием** или **наводкой.**

Придание оси канала ствола требуемого положения в горизонтальной плоскости называется **горизонтальной наводкой.** Придание оси канала ствола требуемого положения в вертикальной плоскости называется **вертикальной наводкой.**

Наводка осуществляется с помощью прицельных приспособлений и механизмов наводки и выполняется в два этапа.

Вначале на оружии с помощью прицельных приспособлений строится схема углов, соответствующая расстоянию до цели и поправкам на различные условия стрельбы (первый этап наводки). Затем с помощью механизмов наведения совмещается построенная на оружии схема углов со схемой, определенной на местности (второй этап наводки).

Если горизонтальная и вертикальная наводка производится непосредственно по цели или по вспомогательной точке вблизи от цели, то такая наводка называется **прямой.**

При стрельбе из стрелкового оружия и гранатометов применяется прямая наводка, выполняемая с помощью одной прицельной линии.

40. Прямая линия, соединяющая середину прорези прицела с вершиной мушки, называется **прицельной линией.**

Для осуществления наводки с помощью **открытого прицела** необходимо предварительно путем перемещения целика (прорези прицела) придать прицельной линии такое положение, при котором между этой линией и

осью канала ствола образуется в вертикальной плоскости угол прицеливания, соответствующий расстоянию до цели, а в горизонтальной плоскости — угол, равный боковой поправке, зависящей от скорости бокового вет-

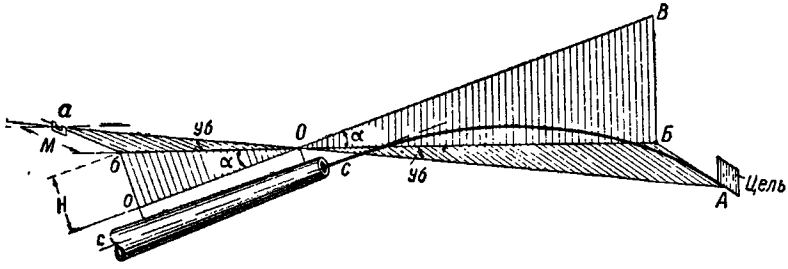


Рис. 13. Прицеливание (наводка) с помощью открытого прицела:

О — мушка; *а* — целик; *аО* — прицельная линия; *сС* — ось канала ствола; *оО* — линия, параллельная оси канала ствола; *Н* — высота прицела; *М* — величина перемещения целика; *α* — угол прицеливания; *Уб* — угол боковой поправки

ра, деривации или скорости бокового движения цели (рис. 13). Затем путем направления прицельной линии в цель (изменения положения ствола с помощью механизмов наводки или перемещением самого оружия, если механизмы наводки отсутствуют) придать оси канала ствола необходимое положение в пространстве.

В оружии, имеющем постоянную установку целика (например, у пистолета Макарова), требуемое положение оси канала ствола в вертикальной плоскости придается путем выбора точки прицеливания, соответствующей расстоянию до цели, и направления прицель-

ной линии в эту точку. В оружии, имеющем неподвижную в боковом направлении прорезь прицела (например, у автомата Калашникова), требуемое положение оси канала ствола в горизонтальной плоскости придается путем выбора точки прицеливания, соответствующей боковой поправке, и направления в нее прицельной линии.

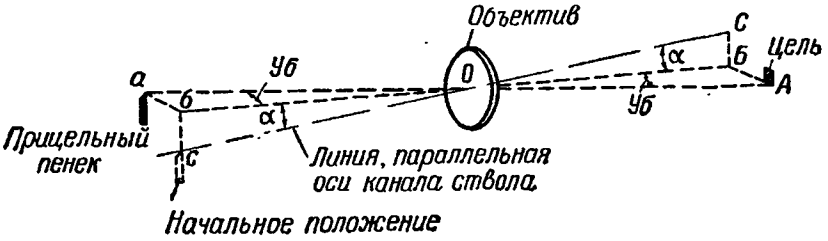


Рис. 14. Прицеливание (наводка) с помощью оптического прицела:

aO — прицельная линия; *cO* — линия, параллельная оси канала ствола; *α* — угол прицеливания; *Уб* — угол боковой поправки

41. Прицельной линией в оптическом прицеле является прямая, проходящая через вершину прицельного пенька и центр объектива (рис. 14).

Для осуществления наводки с помощью **оптического прицела** необходимо предварительно с помощью механизмов прицела придать прицельной линии (каретке с сеткой прицела) такое положение, при котором между этой линией и осью канала ствола образуется в вертикальной плоскости угол, равный углу прицеливания, а в горизонтальной плоскости — угол, равный боковой поправке. Затем путем изменения положения оружия

нужно совместить прицельную линию с целью, при этом оси канала ствола придается требуемое положение в пространстве.

Форма траектории и ее практическое значение

42. Форма траектории зависит от величины угла возвышения. С увеличением угла возвы-

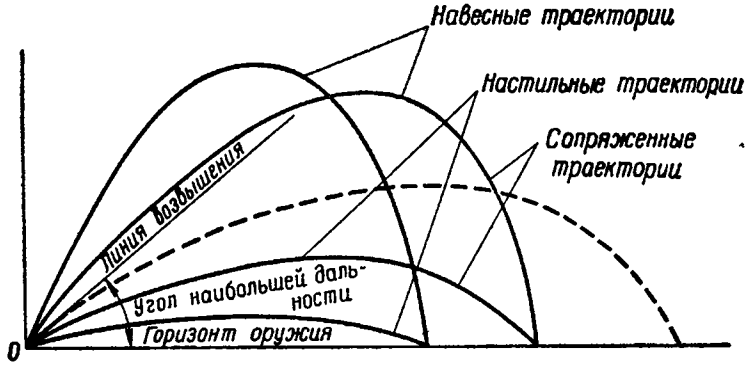


Рис. 15. Угол наибольшей дальности, настильные, навесные и сопряженные траектории

шения высота траектории и полная горизонтальная дальность полета пули (гранаты) увеличиваются, но это происходит до известного предела. За этим пределом высота траектории продолжает увеличиваться, а полная горизонтальная дальность начинает уменьшаться (рис. 15).

Угол возвышения, при котором полная горизонтальная дальность полета пули (гранаты) становится наибольшей, называется **уг-**

лом наибольшей дальности. Величина угла наибольшей дальности для пуль различных видов оружия составляет около 35°.

Траектории, получаемые при углах возвышения, меньших угла наибольшей дальности, называются **настильными.** Траектории, получаемые при углах возвышения, больших угла наибольшей дальности, называются **навесными.**

При стрельбе из одного и того же оружия (при одинаковых начальных скоростях) можно получить две траектории с одинаковой горизонтальной дальностью: настильную и навесную. Траектории, имеющие одинаковую горизонтальную дальность при разных углах вызвышения, называются **сопряженными.**

43. При стрельбе из стрелкового оружия и гранатометов используются только настильные траектории. Чем настильнее траектория, тем на большем протяжении местности цель может быть поражена с одной установкой прицела (тем меньшее влияние на результаты стрельбы оказывают ошибки в определении установки прицела); в этом заключается практическое значение настильной траектории.

Настильность траектории характеризуется наибольшим ее превышением над линией прицеливания. При данной дальности траектория тем более настильна, чем меньше она поднимается над линией прицеливания. Кроме того, о настильности траектории можно судить по величине угла падения: траектория тем более настильна, чем меньше угол падения.

Пример. Сравнить настильность траектории при стрельбе из станкового пулемета Горюнова и ручного пулемета Калашникова с прицелом 5 на расстояние 500 м.

Решение[1]. Из таблицы превышения средних траекторий над линией прицеливания и основной таблицы находим, что при стрельбе из станкового пулемета на 500 м с прицелом 5 наибольшее превышение траектории над линией прицеливания равно 66 см и угол падения 6,1 тысячной; при стрельбе из ручного пулемета — соответственно 121 см и 12 тысячных. Следовательно, траектория пули при стрельбе из станкового пулемета более настильна, чем траектория пули при стрельбе из ручного пулемета.

Настильность траектории влияет на величину дальности прямого выстрела, поражаемого, прикрытого и мертвого пространства.

44. Выстрел, при котором траектория не поднимается над линией прицеливания выше цели на всем своем протяжении, называется **прямым выстрелом** (рис. 16).

В пределах дальности прямого выстрела в напряженные моменты боя стрельба может вестись без перестановки прицела, при этом точка прицеливания по высоте, как правило, выбирается на нижнем краю цели.

Дальность прямого выстрела зависит от высоты цели и настильности траектории. Чем выше цель и чем настильнее траектория, тем больше дальность прямого выстрела и тем

[1] При решении примеров, изложенных в настоящем Наставлении, использовались данные, взятые из таблиц соответствующих наставлений по стрелковому делу последних годов издания. Они соответствуют данным Таблиц стрельбы по наземным целям из стрелкового оружия калибра 7,62 мм № 61, изд. 1962 г.

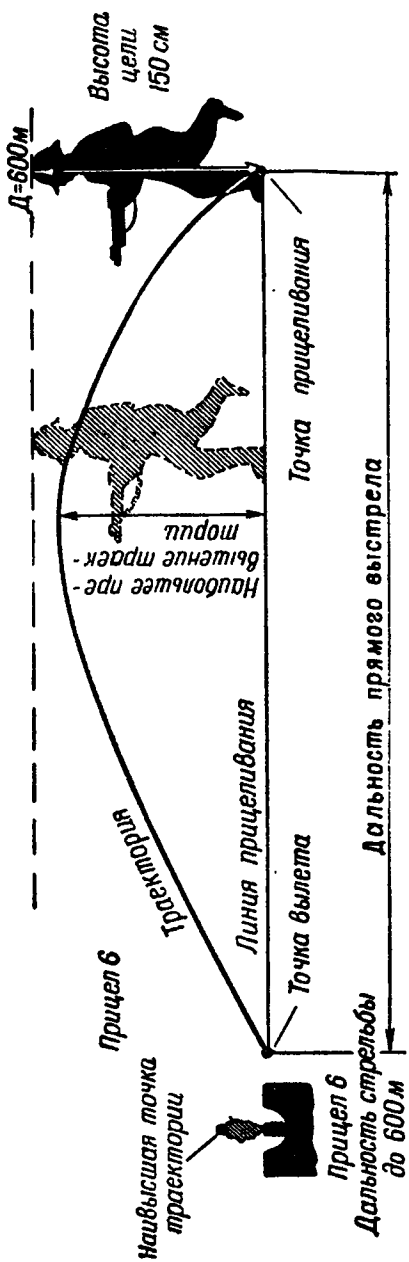


Рис. 16. Прямой выстрел

на большем протяжении местности цель может быть поражена с одной установкой прицела.

Дальность прямого выстрела можно определить по таблицам путем сравнения высоты цели с величинами наибольшего превышения траектории над линией прицеливания или с высотой траектории.

Пример. Определить дальность прямого выстрела при стрельбе из станкового пулемета Горюнова по пулемету противника (высота цели 0,55 м).

Решение. По таблице превышения средних траекторий над линией прицеливания путем сравнения высоты цели с наибольшими превышениями траекторий находим: при стрельбе на 500 м с прицелом 5 наибольшее превышение траектории (0,66 м) больше высоты цели, а на 400 м с прицелом 4 оно (0,36 м) меньше высоты цели. Следовательно, дальность прямого выстрела будет больше 400 м и меньше 500 м.

Для определения, насколько дальность прямого выстрела больше 400 м, составим пропорцию: 100 м (500—400) увеличивают превышение на 0,30 м (0,66—0,36); цель выше наибольшего превышения на 400 м на 0,19 м (0,55—0,36). Отсюда превышению цели, равному 0,19 м, соответствует увеличение дальности прямого выстрела на 63 м $\left(\frac{100 \cdot 0{,}19}{0{,}30}\right)$. Дальность прямого выстрела будет равна 463 м (400+63), а установка прицела, ей соответствующая, — 4,5.

45. При стрельбе по целям, находящимся на расстоянии, большем дальности прямого выстрела, траектория вблизи ее вершины поднимается выше цели и цель на каком-то участке не будет поражаться при той же установке прицела. Однако около цели будет такое пространство (расстояние), на котором

траектория не поднимается выше цели и цель будет поражаться ею.

Расстояние на местности, на протяжении которого нисходящая ветвь траектории не превышает высоты цели, называется **поражаемым пространством (глубиной поражаемого пространства).**

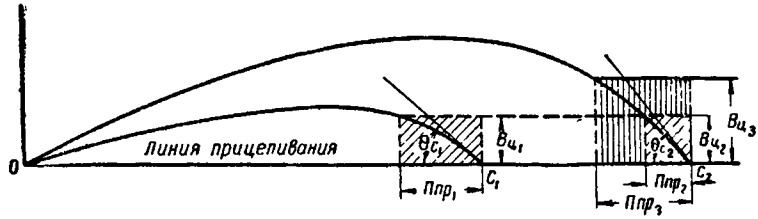


Рис. 17. Зависимость глубины поражаемого пространства от высоты цели и настильности траектории (угла падения)

Глубина поражаемого пространства (рис. 17) зависит от высоты цели (она будет тем больше, чем выше цель), от настильности траектории (она будет тем больше, чем настильнее траектория) и от угла наклона местности (на переднем скате она уменьшается, на обратном скате — увеличивается).

Глубину поражаемого пространства (*Ппр*) можно определить **по таблицам превышения траекторий над линией прицеливания** путем сравнения превышения нисходящей ветви траектории на соответствующую дальность стрельбы с высотой цели, а в том случае, если высота цели меньше $^1/_3$ высоты траектории,— по формуле тысячной

$$Ппр = \frac{Вц \cdot 1000}{\theta_c},$$

где *Ппр* — глубина поражаемого пространства в метрах;
Вц — высота цели в метрах;
θ_c — угол падения в тысячных.

Пример. Определить глубину поражаемого пространства при стрельбе из станкового пулемета Горюнова по пехоте противника (высота цели $B=1{,}5$ м) на расстояние 1000 м.

Решение. По таблице превышений средних траекторий над линией прицеливания находим: на 1000 м превышение траектории равно 0, а на 900 м — 2,5 м (больше высоты цели). Следовательно, глубина поражаемого пространства меньше 100 м. Для определения глубины поражаемого пространства составим пропорцию: 100 м соответствует превышение траектории 2,5 м; X м соответствует превышение траектории 1,5 м;

$$X \text{ или } Ппр = \frac{100 \cdot 1{,}5}{2{,}5} = 60 \text{ м}.$$

Так как высота цели меньше $^1/_3$ высоты траектории, то глубину поражаемого пространства можно определить и по формуле тысячной. Из таблиц находим угол падения $\theta_c=29$ тысячным.

$$Ппр = \frac{Вц \cdot 1000}{\theta_c} = \frac{1{,}5 \cdot 1000}{29} \approx 50 \text{ м}.$$

В том случае, когда цель расположена на скате или имеется угол места цели, глубину поражаемого пространства определять вышеуказанными способами, при этом полученный результат необходимо умножить на отношение угла падения к углу встречи.

Величина угла встречи зависит от направления ската: на встречном скате угол встречи равен сумме углов падения и ската, на обратном скате — разности этих углов. При этом величина угла встречи зависит также от угла

места цели: при отрицательном угле места цели угол встречи увеличивается на величину угла места цели, при положительном угле места цели — уменьшается на его величину.

Примечание. При падении на землю или при попадании в преграду под небольшим углом встречи пуля (граната) дает рикошет, т. е. отражается от поверхности земли или преграды и продолжает полет по новой траектории. Рикошетирующая пуля сохраняет достаточную убойность (пробивную способность) и может наносить поражение.

Пример. Определить глубину поражаемого пространства по условиям предыдущего примера, если цель передвигается по встречному скату крутизной 3° (50 тысячных).

Решение. Находим угол встречи. Он равен 79 тысячным (29+50); глубина поражаемого пространства на скате (*Ппм*) будет равна:

$$Ппм = \frac{Ппр \cdot \theta_c}{\mu} = \frac{60 \cdot 29}{79} \approx 20 \text{ м}.$$

Поражаемое пространство в некоторой степени компенсирует ошибки, допускаемые при выборе прицела, и позволяет округлять измеренное расстояние до цели в большую сторону.

Для увеличения глубины поражаемого пространства на наклонной местности огневую позицию нужно выбирать так, чтобы местность в расположении противника по возможности совпадала с продолжением линии прицеливания.

46. Пространство за укрытием, не пробиваемым пулей, от его гребня до точки встречи называется **прикрытым пространством** (рис. 18). Прикрытое пространство будет тем

больше, чем больше высота укрытия и чем настильнее траектория.

Часть прикрытого пространства, на котором цель не может быть поражена при данной траектории, называется **мертвым (непоражаемым) пространством.** Мертвое пространство

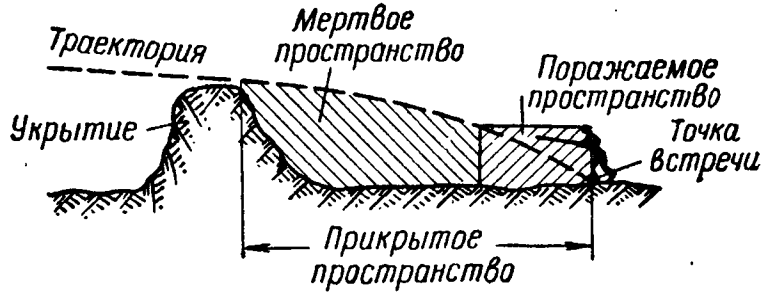


Рис. 18. Прикрытое, мертвое и поражаемое пространство

будет тем больше, чем больше высота укрытия, меньше высота цели и настильнее траектория. Другую часть прикрытого пространства, на которой цель может быть поражена, составляет поражаемое пространство.

Глубину прикрытого пространства (*Пп*) можно определить по таблицам превышения траекторий над линией прицеливания. Путем подбора отыскивается превышение, соответствующее высоте укрытия и дальности до него. После нахождения превышения определяется соответствующая ему установка прицела и дальность стрельбы. Разность между определенной дальностью стрельбы и дальностью до укрытия представляет собой величину глубины прикрытого пространства.

Глубина мертвого пространства (*Мпр*) равна разности прикрытого и поражаемого пространства.

Пример. Определить глубину прикрытого, поражаемого и мертвого пространства при стрельбе из ручного пулемета Калашникова по бегущей пехоте противника (высота цели 1,5 м) за укрытием высотой 3 м. Расстояние до укрытия 300 м.

Решение. 1. По таблице превышения средних траекторий над линией прицеливания путем подбора находим, что на расстоянии 300 м превышению 3 м соответствует траектория с прицелом 7 (дальность стрельбы 700 м).

2. Определяем глубину прикрытого пространства:

$$Пп = 700 - 300 = 400 \text{ м}.$$

3. Определяем по таблице превышения средних траекторий глубину поражаемого пространства при стрельбе с прицелом 7; она равна 75 м.

4. Определяем глубину мертвого пространства:

$$Мпр = Пп - Ппр = 400 - 75 = 325 \text{ м}.$$

Если высота укрытия не превышает $^1/_3$ высоты траектории, то глубину прикрытого и мертвого пространства можно определить по формулам:

$$Пп = \frac{Ву \cdot 1000}{\mu}; \quad Мпр = \frac{(Ву - Вц) \cdot 1000}{\mu},$$

где *Пп* — прикрытое пространство в метрах;
Мпр — мертвое пространство в метрах;
Ву — высота укрытия в метрах;
Вц — высота цели в метрах;
μ — угол встречи в тысячных.

Из пулеметов на станках глубина прикрытого пространства может быть определена по

углам прицеливания. Для этого необходимо установить прицел, соответствующий расстоянию до укрытия, и навести пулемет в гребень укрытия. После этого, не сбивая наводки пулемета, отметиться прицелом под основание укрытия. Разница между этими прицелами, выраженная в метрах, и есть глубина прикрытого пространства. При этом предполагается, что местность за укрытием является продолжением линии прицеливания, направленной под основание укрытия.

Знание величины прикрытого и мертвого пространства позволяет правильно использовать укрытия для защиты от огня противника, а также принимать меры для уменьшения мертвых пространств путем правильного выбора огневых позиций и обстрела целей из оружия с более навесной траекторией.

Влияние условий стрельбы на полет пули (гранаты)

47. Табличные данные траектории соответствуют нормальным условиям стрельбы.

За нормальные (табличные) условия приняты следующие.

а) Метеорологические условия:

— атмосферное (барометрическое) давление на горизонте оружия 750 мм рт. ст.;

— температура воздуха на горизонте оружия +15° С;

— относительная влажность воздуха 50% (относительной влажностью называется отношение количества водяных паров, содержа-

щихся в воздухе, к наибольшему количеству водяных паров, которое может содержаться в возухе при данной температуре);

— ветер отсутствует (атмосфера неподвижна).

б) Баллистические условия:

— вес пули (гранаты), начальная скорость и угол вылета равны значениям, указанным в таблицах стрельбы;

— температура заряда +15° С;

— форма пули (гранаты) соответствует установленному чертежу;

— высота мушки установлена по данным приведения оружия к нормальному бою; высоты (деления) прицела соответствуют табличным углам прицеливания.

в) Топографические условия:

— цель находится на горизонте оружия;

— боковой наклон оружия отсутствует.

При отклонении условий стрельбы от нормальных может возникнуть необходимость определения и учета поправок дальности и направления стрельбы.

48. С увеличением атмосферного давления плотность воздуха увеличивается, а вследствие этого увеличивается сила сопротивления воздуха и уменьшается дальность полета пули (гранаты). Наоборот, с уменьшением атмосферного давления плотность и сила сопротивления воздуха уменьшаются, а дальность полета пули увеличивается. При повышении местности на каждые 100 м атмосферное давление понижается в среднем на 9 мм.

При стрельбе из стрелкового оружия на равнинной местности поправки дальности на изменение атмосферного давления незначительные и не учитываются. В горных условиях при высоте местности над уровнем моря 2000 м и более эти поправки необходимо учитывать при стрельбе, руководствуясь правилами, указанными в наставлениях по стрелковому делу.

49. При повышении температуры плотность воздуха уменьшается, а вследствие этого уменьшается сила сопротивления воздуха и увеличивается дальность полета пули (гранаты). Наоборот, с понижением температуры плотность и сила сопротивления воздуха увеличиваются и дальность полета пули (гранаты) уменьшается.

При повышении температуры порохового заряда увеличиваются скорость горения пороха, начальная скорость и дальность полета пули (гранаты).

При стрельбе в летних условиях поправки на изменение температуры воздуха и порохового заряда незначительные и практически не учитываются; при стрельбе зимой (в условиях низких температур) эти поправки необходимо учитывать, руководствуясь правилами, указанными в наставлениях по стрелковому делу.

50. При попутном ветре уменьшается скорость полета пули (гранаты) относительно воздуха. Например, если скорость пули относительно земли равна 800 м/сек, а скорость попутного ветра 10 м/сек, то скорость пули

относительно воздуха будет равна 790 м/сек (800—10).

С уменьшением скорости полета пули относительно воздуха сила сопротивления воздуха уменьшается. Поэтому при попутном ветре пуля полетит дальше, чем при безветрии.

При встречном ветре скорость пули относительно воздуха будет больше, чем при безветрии, следовательно, сила сопротивления воздуха увеличится и дальность полета пули уменьшится.

Продольный (попутный, встречный) ветер на полет пули оказывает незначительное влияние, и в практике стрельбы из стрелкового оружия поправки на такой ветер не вводятся. При стрельбе из гранатометов поправки на сильный продольный ветер следует учитывать.

51. Боковой ветер оказывает давление на боковую поверхность пули и отклоняет ее в сторону от плоскости стрельбы в зависимости от его направления: ветер справа отклоняет пулю в левую сторону, ветер слева — в правую сторону.

Граната на активном участке полета (при работе реактивного двигателя) отклоняется в сторону, откуда дует ветер: при ветре справа — вправо, при ветре слева — влево. Такое явление объясняется тем, что боковой ветер поворачивает хвостовую часть гранаты в направлении ветра, а головную часть против ветра и под действием реактивной силы, направленной вдоль оси, граната отклоняется от плоскости стрельбы в ту сторону, откуда дует ветер (рис. 19). На пассивном участке траек-

тории граната отклоняется в сторону, куда дует ветер.

Боковой ветер оказывает значительное влияние, особенно на полет гранаты, и его необходимо учитывать при стрельбе из гранатометов и стрелкового оружия.

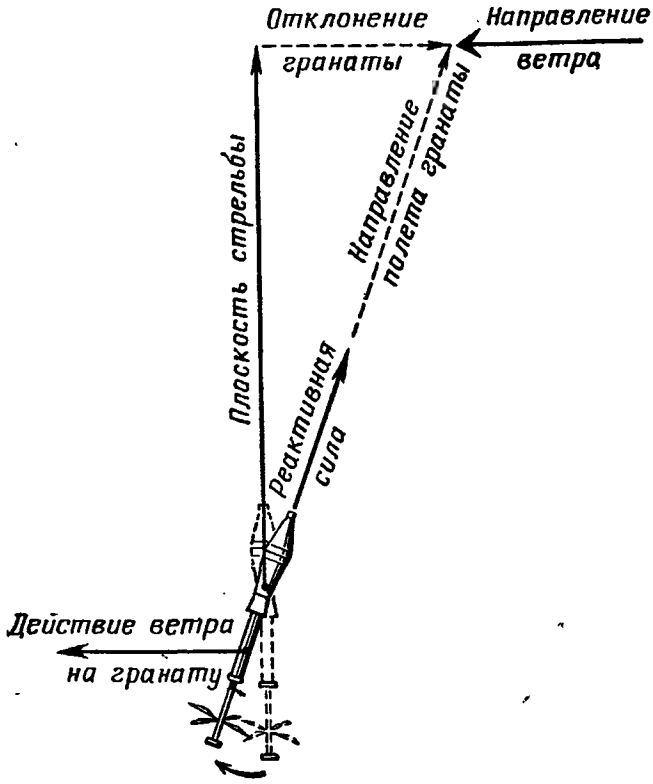


Рис. 19. Влияние бокового ветра на полет гранаты при работе реактивного двигателя

Ветер, дующий под острым углом к плоскости стрельбы, оказывает одновременно влия-

ние и на изменение дальности полета пули и на боковое ее отклонение.

52. Изменение влажности воздуха оказывает незначительное влияние на плотность воздуха и, следовательно, на дальность полета пули (гранаты), поэтому оно не учитывается при стрельбе.

53. При стрельбе с одной установкой прицела (с одним углом прицеливания), но под

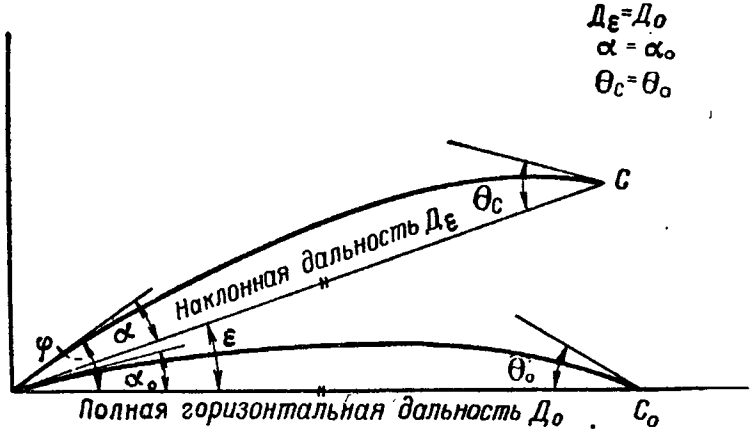


Рис. 20. Жесткость траектории

различными углами места цели, в результате ряда причин, в том числе изменения плотности воздуха на разных высотах, а следовательно, и силы сопротивления воздуха, изменяется величина наклонной (прицельной) дальности полета пули (гранаты).

При стрельбе под небольшими углами места цели (до $\pm 15°$) эта дальность полета пули (гранаты) изменяется весьма незначительно, поэтому допускается равенство наклонной и полной горизонтальной дальностей полета

пули, т. е. неизменность формы (жесткость) траектории (рис. 20).

При стрельбе под большими углами места цели наклонная дальность полета пули изменяется значительно (увеличивается), поэтому при стрельбе в горах и по воздушным целям необходимо учитывать поправку на угол места цели, руководствуясь правилами, указанными в наставлениях по стрелковому делу.

Глава третья

РАССЕИВАНИЕ ПУЛЬ (ГРАНАТ) ПРИ СТРЕЛЬБЕ

Явление рассеивания

54. При стрельбе из одного и того же оружия при самом тщательном соблюдении точности и однообразия производства выстрелов каждая пуля (граната) вследствие ряда случайных причин описывает свою траекторию и имеет свою точку падения (точку встречи), не совпадающую с другими, вследствие чего происходит разбрасывание пуль (гранат).

Явление разбрасывания пуль (гранат) при стрельбе из одного и того же оружия в практически одинаковых условиях называется **естественным рассеиванием пуль (гранат)** или **рассеиванием траекторий.**

55. Совокупность траекторий пуль (гранат), полученных вследствие их естественного рассеивания, называется **снопом траекторий** (рис. 21). Траектория, проходящая в середине снопа траекторий, называется **средней траекторией.** Табличные и расчетные данные относятся к средней траектории.

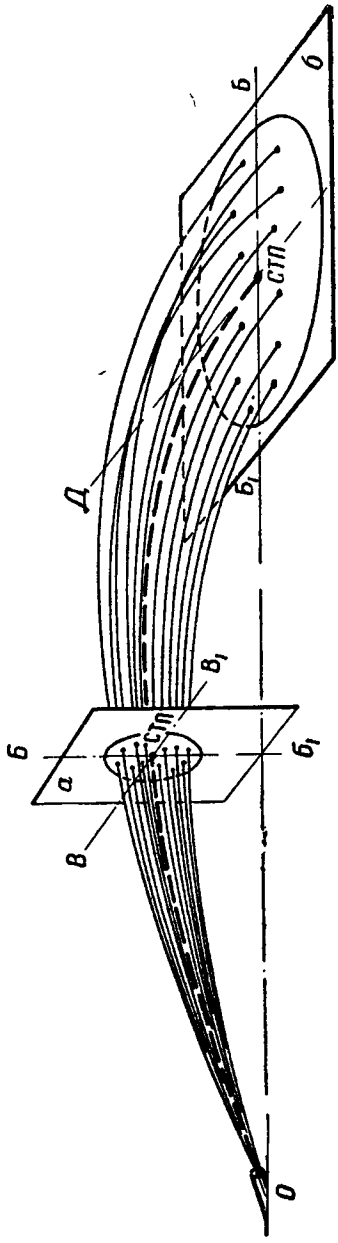


Рис. 21. Сноп траекторий, площадь рассеивания, оси рассеивания:

а — на вертикальной плоскости; *б* — на горизонтальной плоскости; средняя траектория обозначена пунктирной линией; *СТП* — средняя точка попадания; $ВВ_1$ — ось рассеивания по высоте; $ББ_1$ — ось рассеивания по боковому направлению; $ДД_1$ — ось рассеивания по дальности

Точка пересечения средней траектории с поверхностью цели (преграды) называется **средней точкой попадания** или **центром рассеивания.**

56. Площадь, на которой располагаются точки встречи (пробоины) пуль (гранат), полученные при пересечении снопа траекторий с какой-либо плоскостью, называется **площадью рассеивания.**

Площадь рассеивания обычно имеет форму эллипса. При стрельбе из стрелкового оружия на близкие расстояния площадь рассеивания в вертикальной плоскости может иметь форму круга.

Взаимно перпендикулярные линии, проведенные через центр рассеивания (среднюю точку попадания) так, чтобы одна из них совпадала с направлением стрельбы, называются **осями рассеивания.**

Кратчайшие расстояния от точек встречи (пробоин) до осей рассеивания называются **отклонениями.**

Причины рассеивания

57. Причины, вызывающие рассеивание пуль (гранат), могут быть сведены в три группы:

— причины, вызывающие разнообразие начальных скоростей;

— причины, вызывающие разнообразие углов бросания и направления стрельбы;

— причины, вызывающие разнообразие условий полета пули (гранаты).

58. Причинами, вызывающими разнообразие начальных скоростей, являются:

— разнообразие в весе пороховых зарядов и пуль (гранат), в форме и размерах пуль (гранат) и гильз, в качестве пороха, в плотности заряжания и т. д. как результат неточностей (допусков) при их изготовлении;

— разнообразие температур зарядов, зависящее от температуры воздуха и неодинакового времени нахождения патрона (гранаты) в нагретом при стрельбе стволе;

— разнообразие в степени нагрева и в качественном состоянии ствола.

Эти причины ведут к колебанию в начальных скоростях, а следовательно, и в дальностях полета пуль (гранат), т. е. приводят к рассеиванию пуль (гранат) по дальности (высоте) и зависят в основном от боеприпасов и оружия.

59. Причинами, вызывающими разнообразие углов бросания и направления стрельбы, являются:

— разнообразие в горизонтальной и вертикальной наводке оружия (ошибки в прицеливании);

— разнообразие углов вылета и боковых смещений оружия, получаемое в результате неоднообразной изготовки к стрельбе, неустойчивого и неоднообразного удержания автоматического оружия, особенно во время стрельбы очередями, неправильного использования упоров и неплавного спуска курка;

— угловые колебания ствола при стрельбе автоматическим огнем, возникающие вследст-

вие движения и ударов подвижных частей и отдачи оружия.

Эти причины приводят к рассеиванию пуль (гранат) по боковому направлению и дальности (высоте), оказывают наибольшее влияние на величину площади рассеивания и в основном зависят от выучки стреляющего.

60. Причинами, вызывающими разнообразие условий полета пули (гранаты), являются:

— разнообразие в атмосферных условиях, особенно в направлении и скорости ветра между выстрелами (очередями);

— разнообразие в весе, форме и размерах пуль (гранат), приводящее к изменению величины силы сопротивления воздуха.

Эти причины приводят к увеличению рассеивания по боковому направлению и по дальности (высоте) и в основном зависят от внешних условий стрельбы и от боеприпасов.

61. При каждом выстреле в разном сочетании действуют все три группы причин. Это приводит к тому, что полет каждой пули (гранаты) происходит по траектории, отличной от траекторий других пуль (гранат).

62. Устранить полностью причины, вызывающие рассеивание, а следовательно, устранить и само рассеивание невозможно. Однако, зная причины, от которых зависит рассеивание, можно уменьшить влияние каждой из них и тем самым уменьшить рассеивание, или, как принято говорить, повысить **кучность** стрельбы.

Уменьшение рассеивания пуль (гранат) достигается отличной выучкой стреляющего, тщательной подготовкой оружия и боеприпасов к стрельбе, умелым применением правил стрельбы, правильной изготовкой к стрельбе, однообразной прикладкой, точной наводкой (прицеливанием), плавным спуском курка, устойчивым и однообразным удержанием оружия при стрельбе, а также надлежащим уходом за оружием и боеприпасами.

Закон рассеивания

63. При большом числе выстрелов (более 20) в расположении точек встречи на площади рассеивания наблюдается определенная закономерность. Рассеивание пуль (гранат) подчиняется нормальному закону случайных ошибок, который в отношении к рассеиванию пуль (гранат) называется **законом рассеивания.** Этот закон характеризуется следующими тремя положениями (рис. 22):

1) Точки встречи (пробоины) на площади рассеивания располагаются **неравномерно** — гуще к центру рассеивания и реже к краям площади рассеивания.

2) На площади рассеивания можно определить точку, являющуюся центром рассеивания (средней точкой попадания), относительно которой распределение точек встречи (пробоин) **симметрично:** число точек встречи по обе стороны от осей рассеивания, заключающихся в равных по абсолютной величине пределах (полосах), одинаково, и каждому

отклонению от оси рассеивания в одну сторону отвечает такое же по величине отклонение в противоположную сторону.

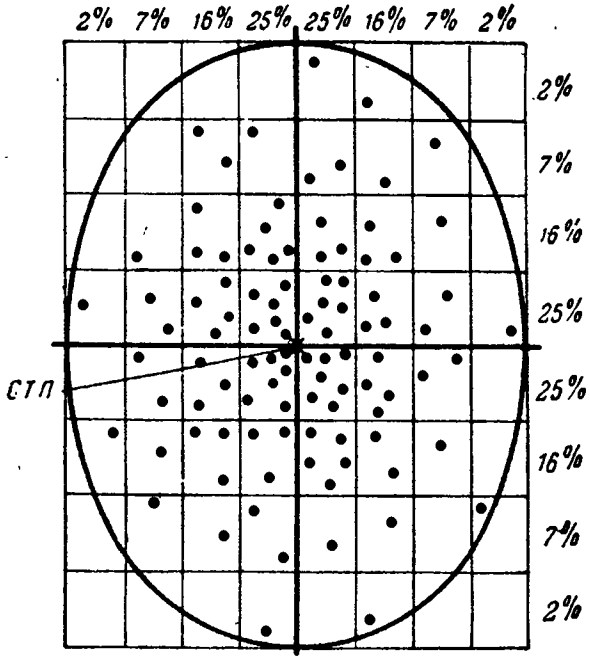


Рис. 22. Закономерность рассеивания

3) Точки встречи (пробоины) в каждом частном случае занимают **не беспредельную, а** ограниченную площадь.

Таким образом, закон рассеивания в общем виде можно сформулировать так: **при достаточно большом числе выстрелов, произведенных в практически одинаковых условиях, рассеивание пуль (гранат) неравномерно, симметрично и небеспредельно.**

Определение средней точки попадания

64. При малом числе пробоин (до 5) положение средней точки попадания определяется

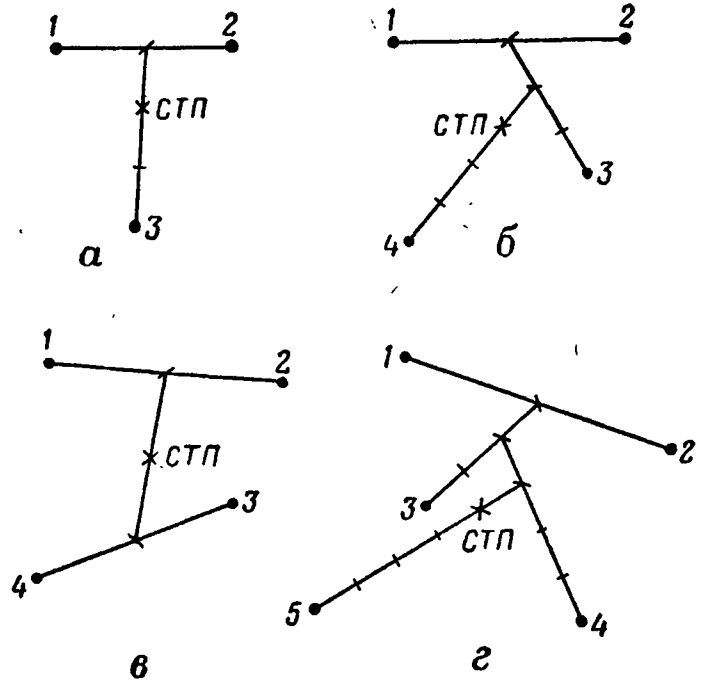


Рис. 23. Определение положения средней точки попадания способом последовательного деления отрезков:
а — по трем; *б* и *в* — по четырем; *г* — по пяти пробоинам

способом **последовательного деления отрезков** (рис. 23). Для этого необходимо:

— соединить прямой две пробоины (точки встречи) и расстояние между ними разделить пополам;

— полученную точку соединить с третьей пробоиной (точкой встречи) и расстояние между ними разделить на три равные части; так как к центру рассеивания пробоины (точки встречи) располагаются гуще, то за среднюю точку попадания трех пробоин (точек встречи) принимается деление, ближайшее к двум первым пробоинам (точкам встречи);

— найденную среднюю точку попадания для трех пробоин (точек встречи) соединить с четвертой пробоиной (точкой встречи) и расстояние между ними разделить на четыре равные части; деление, ближайшее к первым трем пробоинам (точкам встречи), принимается за среднюю точку попадания четырех пробоин (точек встречи).

По четырем пробоинам (точкам встречи) среднюю точку попадания можно определить еще так: рядом лежащие пробоины (точки встречи) соединить попарно, середины обеих прямых снова соединить и полученную линию разделить пополам; точка деления и будет средней точкой попадания.

При наличии пяти пробоин (точек встречи) средняя точка попадания для них определяется подобным же образом.

65. При большом числе пробоин (точек встречи) на основании симметричности рассеивания средняя точка попадания определяется способом **проведения осей рассеивания** (рис. 24). Для этого нужно:

— отсчитать нижнюю (ближнюю) половину пробоин (точек встречи) и отделить ее осью рассеивания по высоте (дальности);

— отсчитать таким же порядком правую или левую половину пробоин (точек встречи) и отделить ее осью рассеивания по боковому направлению;

— пересечение осей рассеивания является средней точкой попадания.

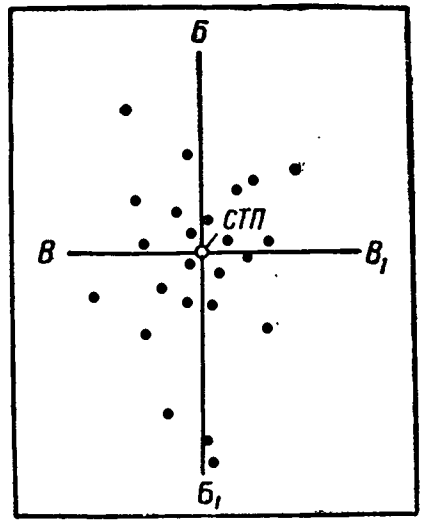


Рис. 24. Определение положения средней точки попадания способом проведения осей рассеивания:

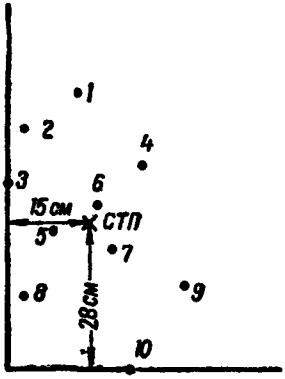
$ВВ_1$ — ось рассеивания по высоте; $ББ_1$ — ось рассеивания по боковому направлению

66. Среднюю точку попадания можно также определить способом **вычисления (расчета)**. Для этого необходимо (рис. 25):

— провести через левую (правую) пробоину (точку встречи) вертикальную линию, измерить кратчайшее расстояние от каждой пробоины (точки встречи) до этой линии, сложить все расстояния от вертикальной линии и разделить сумму на число пробоин (точек встречи);

— провести через нижнюю (верхнюю) пробоину (точку встречи) горизонтальную линию, измерить кратчайшее расстояние от каждой пробоины (точки встречи) до этой линии, сложить все расстояния от горизонтальной линии и разделить сумму на число пробоин (точек встречи).

Полученные числа определяют удаление средней точки попадания от указанных линий.



№№ пробоин	Расстояние в см от пробоин до	
	вертикальной линии	горизонтальной линии
1	13	52
2	3	44
3	0	35
4	27	39
5	8	27
6	17	33
7	20	22
8	3	13
9	35	15
10	24	0
Сумма, деленная на число пробоин	$\frac{150}{10}=15$	$\frac{280}{10}=28$

Рис. 25. Определение положения средней точки попадания способом вычисления (расчета)

Меры рассеивания и зависимость между ними

67. В любых условиях стрельбы закономерность рассеивания остается неизменной, но величина площади рассеивания изменяется в зависимости от выучки стреляющего, вида оружия, боеприпасов, прицельных приспособлений, положения для стрельбы, дальности стрельбы, метеорологических и других условий стрельбы.

Для измерения величины площади рассеивания, сравнения рассеивания пуль (гранат)

разных видов оружия, а также для оценки рассеивания пуль (гранат) одного и того же оружия при различных условиях стрельбы могут применяться следующие меры (единицы измерения) рассеивания: **срединное отклонение, сердцевинная полоса** и **радиус круга, вмещающего лучшую половину попаданий** или **все попадания.**

68. Срединным отклонением называется такое отклонение, которое в ряду всех отклонений, выписанных по абсолютной величине в возрастающем или убывающем порядке, занимает среднее место.

Срединное отклонение является основной мерой рассеивания. Оно обычно обозначается: *Вд* — срединное отклонение по дальности; *Вв* — срединное отклонение по высоте; *Вб* — срединное отклонение по боковому направлению.

Для определения величины срединного отклонения по одному из направлений необходимо выписать все отклонения в ряд в возрастающем или убывающем порядке по абсолютной величине. Отклонение, стоящее посредине этого ряда, и будет являться срединным отклонением.

Если ряд всех отклонений состоит из четного числа отклонений, то для определения величины срединного отклонения нужно взять два отклонения, стоящие посредине, и разделить сумму их абсолютных величин на два.

Пример. Шести пробоинам отвечают следующие величины отклонений от оси рассеивания по высоте: выше оси рассеивания +15; +25; +70 см; ниже ее —10;

—40; —60 см. Определить срединное отклонение по высоте (*Вв*).

Решение. Выписав по абсолютной величине все отклонения в возрастающем порядке, получим: 10; 15; **25; 40**; 60; 70 см.

$$Вв = \frac{25 + 40}{2} = 32{,}5 \text{ см}.$$

Действительно, отклонение 32,5 см больше каждого из первых трех отклонений и меньше каждого из последних трех отклонений.

Примечание. При небольшом числе измерений определение величины срединного отклонения таким способом не обеспечивает необходимой точности, так как получение одного добавочного отклонения может значительно изменить величину срединного отклонения для одного и того же способа стрельбы.

Пример. Если к ряду отклонений, указанных в предыдущем примере, добавить еще одно отклонение, равное 80 см, то срединное отклонение станет равным 40 см (10; 15; 25; **40**; 60; 70; 80).

В этих случаях величина срединного отклонения более точно вычисляется с помощью среднего арифметического значения. Срединное отклонение равно 0,84, или округленно $^5/_6$, среднего арифметического значения.

Среднее арифметическое значение определяется делением суммы абсолютных значений всех отклонений на количество отклонений. Так, например, по условиям предыдущего примера среднее арифметическое значение равно

$$\frac{15 + 25 + 70 + 10 + 40 + 60 + 80}{7} = 42{,}8 \text{ см},$$

а срединное отклонение

$$5/6 \cdot 42{,}8 = 35{,}7 \text{ см}.$$

В этих случаях учитываются численные значения всех отклонений и результаты отдельных отклонений не сказываются так значительно на величине срединного отклонения.

Срединное отклонение может быть вычислено также с помощью среднего квадратического значения. Срединное отклонение равно 0,67, или округленно $^2/_3$, среднего квадратического значения.

Среднее квадратическое значение при небольшом числе отклонений равно корню квадратному из суммы квадратов отклонений, деленной на число всех отклонений без одного.

Так, по условиям предыдущего примера среднее квадратическое значение будет равно

$$\sqrt{\frac{15^2 + 25^2 + 70^2 + 10^2 + 40^2 + 60^2 + 80^2}{6}} = 54 \text{ см},$$

а срединное отклонение

$$2/3 \cdot 54 = 36 \text{ см}.$$

69. Если от той или иной оси рассеивания отложить в обе стороны последовательно полосы, равные по ширине соответствующему срединному отклонению, то вся площадь рассеивания окажется разделенной на восемь равных полос — по четыре в каждую сторону, а полное рассеивание по любому направлению будет равно восьми срединным отклонениям.

В действительности могут быть отклонения от центра рассеивания, превышающие четыре срединных отклонения, но вероятность получения их мала (не превышает 0,7%).

При большом числе выстрелов в каждой из полос, равной по ширине одному срединному отклонению или его части, независимо от величины рассеивания содержится определенный процент точек встречи (попаданий).

Чертеж, показывающий процентное распределение попаданий в полосы, равные по ши-

рине одному срединному отклонению или его части, называется **шкалой рассеивания** (рис. 26). Шкала рассеивания в численном выражении одинакова по любому направлению и характеризует закон рассеивания.

Для полос шириной в одно срединное отклонение содержится (округленно): в первых

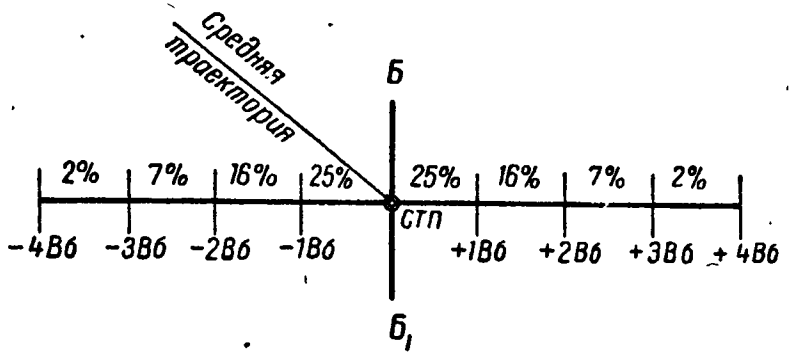


Рис. 26. Шкала рассеивания по боковому направлению с масштабом в одно срединное отклонение

полосах, примыкающих к оси рассеивания, по 25% точек встречи, во вторых по 16%, в третьих по 7% и в крайних по 2%.

Для полос, ширина которых равна сотой части срединного отклонения, процентное распределение попаданий указано в табл. 1 приложения 4.

70. При большом числе попаданий (точек встречи) величину срединного отклонения можно определить графическим способом (рис. 27). Для этого отсчитывают справа (сверху) 25% попаданий (точек встречи) и отделяют их вертикальной (горизонтальной) линией; отсчитывают слева (снизу) 25% по-

паданий (точек встречи) и также отделяют их вертикальной (горизонтальной) линией. В результате этого получится полоса, вмещающая 50% попаданий (точек встречи), т. е. полоса

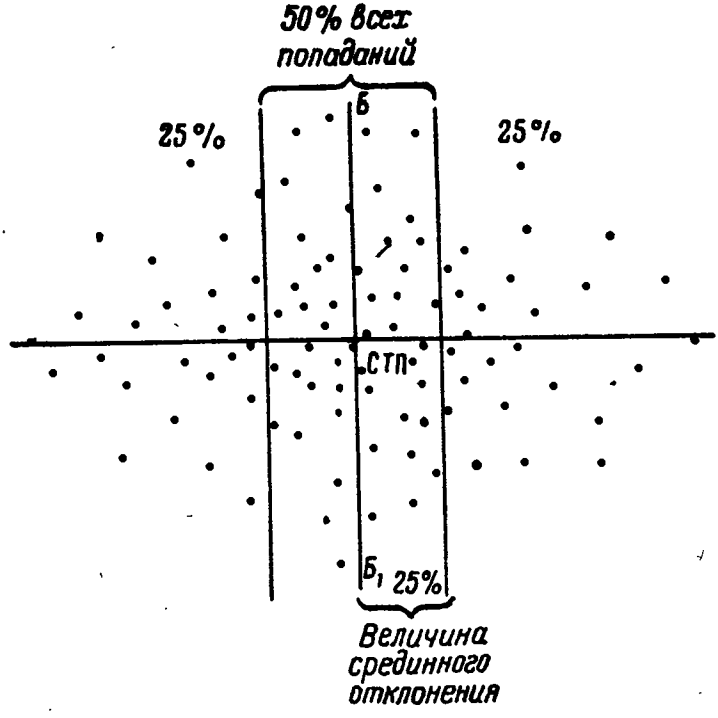


Рис. 27. Определение величины срединного отклонения по боковому направлению графическим способом

лучшей половины попаданий. Затем измеряют расстояние между вертикальными (горизонтальными) линиями. Половину расстояния между вертикальными (горизонтальными) линиями принимают за величину срединного отклонения. В связи с этим иногда пользуют-

ся другим определением срединного отклонения: **срединным отклонением** называется половина ширины центральной полосы рассеивания, вмещающей 50% всех попаданий, при условии, что ось рассеивания проходит по ее середине.

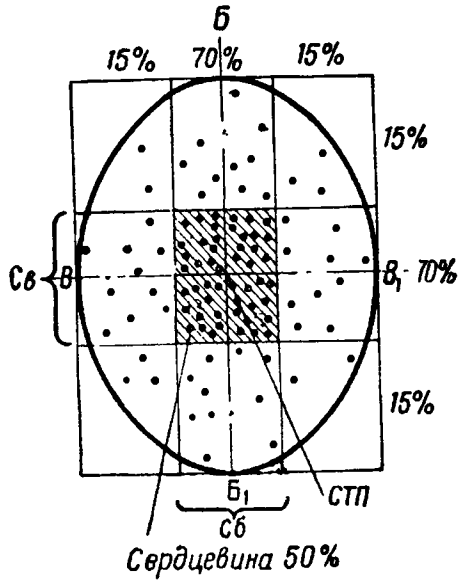


Рис. 28. Сердцевинные полосы и сердцевина рассеивания

71. Полоса рассеивания, содержащая в себе 70% попаданий (точек встречи), при условии, что ось рассеивания проходит по ее середине, называется **сердцевинной полосой** (рис. 28).

Сердцевинные полосы обозначаются: *Сд* — сердцевинная полоса по дальности; *Св* — сердцевинная полоса по высоте; *Сб* — сердцевинная полоса по боковому направлению.

При пересечении двух сердцевинных полос

образуется прямоугольник, включающий в себя лучшую, наиболее кучную половину всех точек встречи (0,70 · 0,70 = 0,49, округленно 0,50, или 50%).

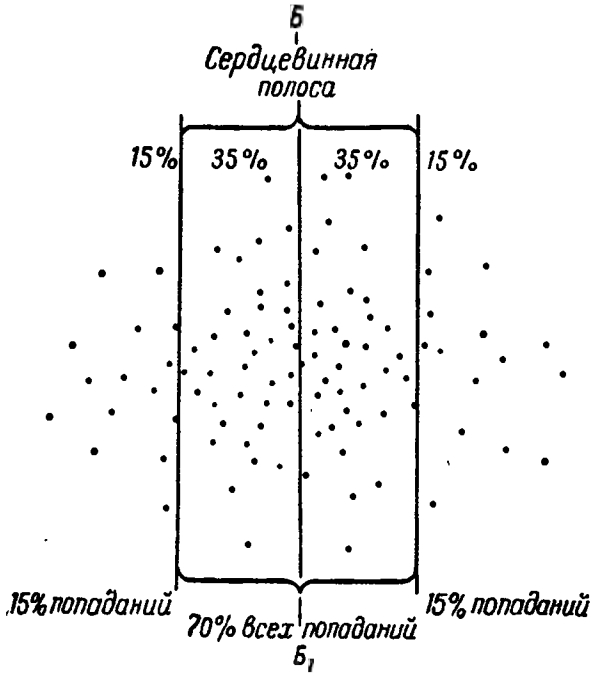


Рис. 29. Определение величины сердцевинной полосы по боковому направлению графическим способом

Прямоугольник, образуемый пересечением двух сердцевинных полос, называется **сердцевиной рассеивания.**

Ширина сердцевинной полосы может быть определена графическим способом (рис. 29). Для этого надо отсчитать справа (сверху) 15% попаданий (точек встречи) и провести

вертикальную (горизонтальную) линию; отсчитать слева (снизу) 15% попаданий (точек встречи) и также провести вертикальную (горизонтальную) линию. В результате этого вся площадь рассеивания окажется разделенной на три почти равные полосы, при этом центральная полоса содержит 70% попаданий, а крайние — по 15% каждая. Затем следует измерить расстояние между вертикальными (горизонтальными) линиями, которое и будет равно ширине сердцевинной полосы.

Между сердцевинной полосой и срединным отклонением как мерами рассеивания имеется определенная зависимость. Сердцевинная полоса включает в себя 3,06 соответствующего срединного отклонения. На практике ширину сердцевинной полосы принимают округленно равной трем срединным отклонениям.

72. При стрельбе на близкие расстояния площадь рассеивания на вертикальной плоскости имеет форму круга, что означает примерное равенство характеристик рассеивания по высоте и по боковому направлению. Поэтому о величине такого рассеивания иногда судят не по двум характеристикам (*Вв* и *Вб* или *Св* и *Сб*), а по одной величине — радиусу круга, вмещающего лучшую половину (P_{50}) всех попаданий или все (P_{100}) попадания.

Для определения величины радиуса круга, включающего 50% или 100% попаданий, необходимо (рис. 30) определить среднюю точ-

ку попадания. Затем, принимая среднюю точку попадания за центр круга, провести циркулем окружность так, чтобы она вместила половину (50%) или все (100%) точки встречи. Раствор циркуля дает в первом случае величину радиуса круга, включающего 50%, а во втором — 100% попаданий.

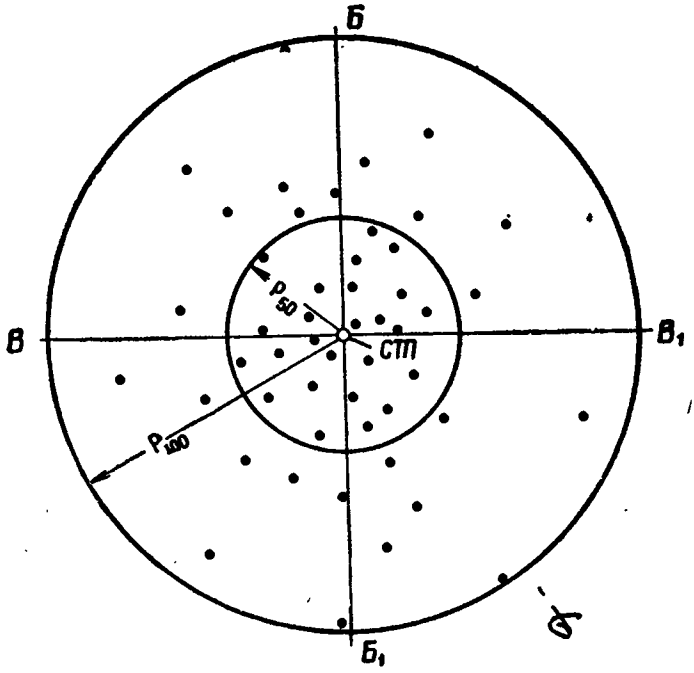


Рис. 30. Определение величины радиусов кругов, вмещающих 50 и 100% попаданий

Радиус круга, вмещающего все попадания, примерно в $2\frac{1}{2}$ раза больше радиуса круга, вмещающего лучшую половину попаданий.

Между величиной радиуса круга, вмещающего лучшую половину попаданий, срединными отклонениями и сердцевинными полосами имеется определенная зависимость. Радиус круга, вмещающего лучшую половину попаданий (50%), равен 1,76 срединного отклонения или 0,6 сердцевинной полосы.

73. Между величинами рассеивания по дальности и по высоте имеется определенная зависимость: рассеивание по дальности равно рассеиванию по высоте, умноженному на

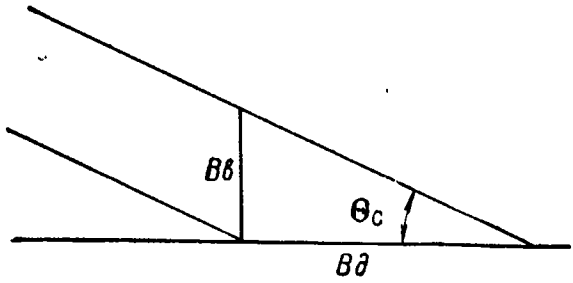


Рис. 31. Зависимость между срединными отклонениями по дальности (*Вд*) и по высоте (*Вв*)

1000 и разделенному на величину угла падения в тысячных (рис. 31), т. е.

$$Вд = \frac{Вв \cdot 1000}{\theta_c}.$$

Пример. Определить *Вд*, если *Вв*=0,36 м, а угол падения 10 тысячных.

Решение.

$$Вд = \frac{Вв \cdot 1000}{\theta_c} = \frac{0{,}36 \cdot 1000}{10} = 36 \text{ м}.$$

Характер рассеивания при стрельбе одиночными выстрелами

74. При стрельбе одиночными выстрелами рассеивание пуль (гранат) подчиняется вышеизложенному закону рассеивания.

75. Характер и величина рассеивания при стрельбе одиночными выстрелами могут определяться срединным (вероятным) отклонением рассеивания пуль, сердцевинной полосой, радиусом круга, вмещающего все или лучшую половину попаданий. Эти меры рассеивания приводятся в таблицах стрельбы.

Характер рассеивания при стрельбе автоматическим огнем (очередями)

76. При стрельбе автоматическим огнем (очередями) рассеивание характеризуется:

а) из станковых и ротных[1] пулеметов и ручного пулемета с сошки:

— рассеиванием отдельных пуль в очереди относительно средней точки попадания очереди;

— рассеиванием средних точек попадания отдельных очередей;

— полным (суммарным) рассеиванием;

б) из автомата со всех положений для стрельбы и из ручного пулемета из положения с колена, стоя и на ходу с короткой остановки:

---

[1] Все сказанное о ротном пулемете здесь и в последующем в равной степени относится и к пулемету Калашникова.

— рассеиванием первых пуль очередей;

— рассеиванием последующих пуль очередей;

— рассеиванием средних точек попадания последующих пуль очередей;

— полным (суммарным) рассеиванием последующих пуль очередей.

Каждая из этих характеристик подчиняется закону рассеивания. В таблицах стрельбы приводятся соответствующие им срединные отклонения.

77. Первые выстрелы очередей происходят в тех же условиях, что и при стрельбе одиночными выстрелами, и их рассеивание возникает в результате действия выше рассмотренных причин.

78. После первого выстрела в результате воздействия на оружие силы отдачи и силы реакции на отдачу (мускульного воздействия стреляющего из ручного оружия или при стрельбе из оружия на станке — механических связей станка) произойдет перемещение оружия. Время между выстрелами при ведении автоматического огня из стрелкового оружия составляет около 0,1 сек, и стреляющий не в состоянии за это время восстановить наводку перед вторым выстрелом. Поэтому положение оружия при втором выстреле будет определяться положением его перед первым выстрелом и суммарным действием силы отдачи, движения и ударов подвижных частей оружия и силы реакции после первого выстрела. Точно так же при третьем выстреле положение оружия будет зависеть от его по-

ложения перед вторым выстрелом и суммарного действия указанных сил после второго выстрела. Таким образом, на результат каждого последующего выстрела, кроме причин, вызывающих рассеивание первых пуль очереди, оказывает влияние предыдущий выстрел и все это приводит к рассеиванию пуль в очереди (рис. 32).

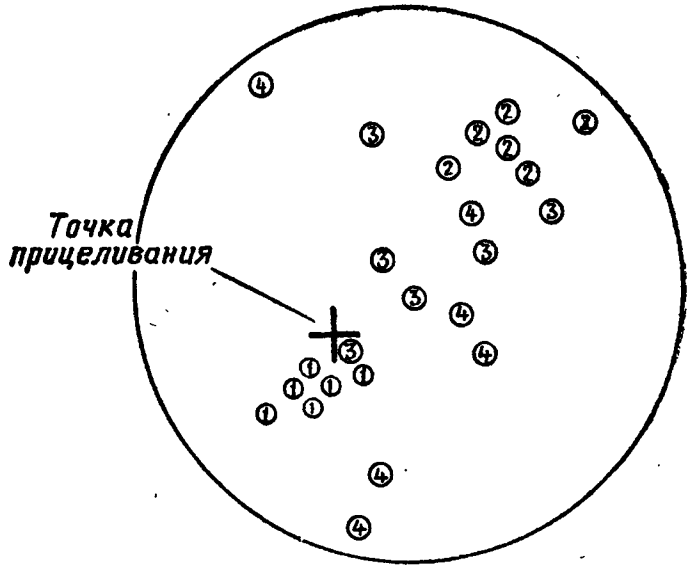


Рис. 32. Характер рассеивания пуль в очереди при стрельбе из автомата Калашникова из положения стоя (произведено шесть очередей по четыре выстрела в каждой):
1, 2, 3, 4 — номера выстрелов в очереди

79. Величина силы отдачи и ударов подвижных частей при всех выстрелах практически одинакова, а силы реакции, как правило, различны. Это различие оказывает основное влияние на величину рассеивания пуль в

очереди. Отсюда следует, что, чем устойчивее положение стреляющего при ведении огня из ручного оружия и выше его натренированность в удержании оружия, тем однообразнее будут силы реакции при различных выстрелах и тем меньше будет рассеивание пуль в очереди.

В стрелковом оружии на станках при правильной установке его на огневой позиции

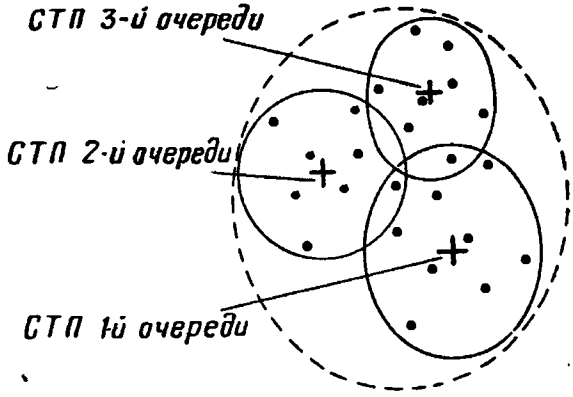


Рис. 33. Рассеивание средних точек попадания отдельных очередей

реакции отдаче более стабильны от выстрела к выстрелу и поэтому рассеивание пуль в очереди меньше, чем при стрельбе из ручного оружия.

80. Ошибки прицеливания, неоднообразие прикладки и удержания оружия, различие метеорологических условий при переходе от стрельбы одной очередью к другой являются ошибками для всех пуль очереди и вызывают рассеивание средних точек попадания отдельных очередей (рис. 33).

81. При стрельбе очередями из автомата, а также из ручного пулемета с колена, стоя и на ходу с короткой остановки вследствие отсутствия устойчивого положения (жесткой опоры для противодействия отдаче) происходит систематическое смещение последующих пуль в очереди относительно первой и характеристики рассеивания последующих пуль значительно больше характеристик рассеивания первых пуль. В связи с этим при оценке такого рассеивания отдельно рассматриваются характеристики рассеивания первых пуль очередей, последующих пуль очередей, а также направление и величина систематического смещения средней точки попадания последующих пуль очередей относительно первых пуль очередей (рис. 34). При этом в мерах рассеивания последующих пуль очередей отдельно приводятся характеристики рассеивания пуль, средних точек попадания и полного (суммарного) рассеивания.

Направление и величина смещения средней точки попадания последующих пуль очередей относительно первых пуль очередей зависят от вида оружия и положения для стрельбы. Так, например, при стрельбе из автомата Калашникова лежа с упора или стоя из окопа смещение средней точки попадания последующих пуль относительно первых пуль у большинства стреляющих происходит на 1,5 тысячных влево и на 1,5 тысячных вниз, а при стрельбе из ручного пулемета Калашникова из положения с колена, стоя и на ходу

с короткой остановки — на 3 тысячных вправо и на 3 тысячных вверх.

82. При стрельбе из крупнокалиберных пулеметов характер рассеивания пуль зависит от положения ствола относительно плоскости симметрии станка и способа стрельбы.

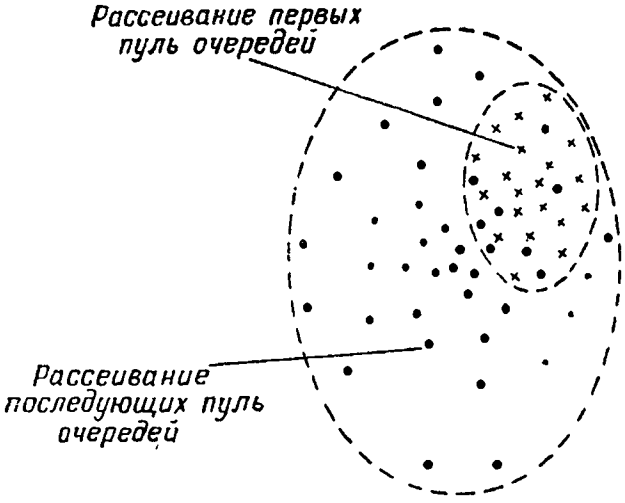


Рис. 34. Характер рассеивания при стрельбе из автомата Калашникова из положения лежа с руки

Если стрельба ведется в направлении плоскости симметрии станка при закрепленных механизмах, что является наиболее устойчивым положением, рассеивание имеет примерно такой же характер, как и при стрельбе из станковых пулеметов.

Если стрельба ведется под углом к плоскости симметрии станка с закрепленными механизмами или в любом направлении с откреп-

ленными механизмами, то вследствие меньшей устойчивости оружия рассеивание имеет примерно такой характер, как и при стрельбе из автомата.

83. Полное (суммарное) рассеивание пуль определяется по формулам:

$$Вв\ сум = \sqrt{Вв^2 + Вв\ стп^2};$$

$$Вб\ сум = \sqrt{Вб^2 + Вб\ стп^2};$$

$$Вд\ сум = \sqrt{Вд^2 + Вд\ стп^2},$$

где *Вв сум*, *Вб сум* и *Вд сум* — срединные отклонения полного (суммарного) рассеивания соответственно по высоте, боковому направлению и по дальности;

Вв, *Вб* и *Вд* — срединные отклонения рассеивания первых пуль или последующих пуль в очереди соответственно по высоте, боковому направлению и по дальности;

Вв стп, *Вб стп* и *Вд стп* — срединные отклонения рассеивания средних точек попадания отдельных очередей или средних точек попадания последующих пуль очередей соответственно по высоте, боковому направлению и по дальности.

84. При стрельбе автоматическим огнем ошибка, например в прицеливании, может привести к тому, что пули всей очереди (нескольких очередей) пролетят мимо цели. Такое явление, когда положение всех пуль очередей зависит от какой-то общей ошибки, называется **зависимостью выстрелов.**

Величина зависимости выстрелов определяется по формуле

$$M = \frac{E^2}{E^2 + B^2},$$

где M — мера зависимости выстрелов, она изменяется от 0 до 1;

E — срединная ошибка подготовки стрельбы;

B — срединное отклонение рассеивания пуль в очереди.

Если общая ошибка равна нулю, то выстрелы будут независимы ($M=0$). Такое явление обычно наблюдается при стрельбе одиночными выстрелами, когда стреляющий уточняет наводку перед каждым выстрелом и, следовательно, положение последующих пуль не зависит от положения предыдущих пуль.

При увеличении общей ошибки и уменьшении рассеивания пуль в очереди зависимость выстрелов усиливается (рис. 35) и это приводит к нежелательным результатам стрельбы.

Зависимость выстрелов может быть уменьшена путем уменьшения общей ошибки или увеличения рассеивания пуль в очереди. Исходя из этого, например, правилами стрельбы из станковых пулеметов рекомендуется огонь по внезапно появляющимся целям на неизмеренных расстояниях вести с откреплеными механизмами или с незначительным рассеиванием пуль по фронту (глубине) цели, в этом случае увеличенное рассеивание будет до не-

которой степени компенсировать ошибки в подготовке исходных данных и в прицеливании. На этом же основании для повышения результатов стрельбы рекомендуется ведение сосредоточенного огня из нескольких видов

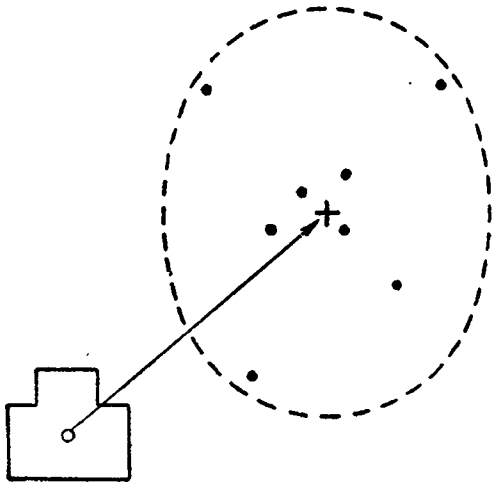


Рис. 35. Характер рассеивания при стрельбе очередью с учетом ошибки в подготовке стрельбы

(образцов) оружия по одной цели. Рассеивание пуль при ведении сосредоточенного огня (при стрельбе подразделением) увеличивается примерно в 1,5 раза и ошибки одного стреляющего компенсируются рассеиванием пуль при стрельбе других стреляющих.

Зависимость выстрелов учитывается при определении действительности стрельбы в различных условиях.

Зависимость характера и величины рассеивания от условий стрельбы

85. Величины мер рассеивания, указанные в таблицах стрельбы, соответствуют опытным полигонным стрельбам и характеризуют рассеивание при нормальных условиях. При стрельбе в условиях, отличных от нормальных, характер и величины мер рассеивания изменяются.

Рассеивание, относящееся к определенному времени и условиям стрельбы, называется **рассеиванием данного момента.** Опытные данные показывают, что величины мер рассеивания данного момента могут быть в 1,5—2 раза больше или меньше табличных. Рассеивание данного момента учитывается при разработке правил стрельбы, курсов стрельб и норм расхода боеприпасов для поражения различных целей, когда все расчеты производятся не только для средних, но и для лучших и худших условий.

86. При стрельбе из стрелкового оружия рассеивание по высоте и по боковому направлению увеличивается с увеличением дальности стрельбы.

Рассеивание по дальности с увеличением дальности стрельбы сначала возрастает, достигая наибольшего значения при определенных дальностях для каждого вида оружия, а затем постепенно уменьшается. Такой характер изменения рассеивания объясняется тем, что рассеивание по дальности зависит от двух факторов — рассеивания по высоте и угла па-

дения. С увеличением дальности стрельбы величина обоих этих факторов возрастает. Величина рассеивания по дальности будет зависеть от того, что быстрее увеличивается. Если быстрее возрастает угол падения, то рассеивание по дальности уменьшается, и, наоборот,

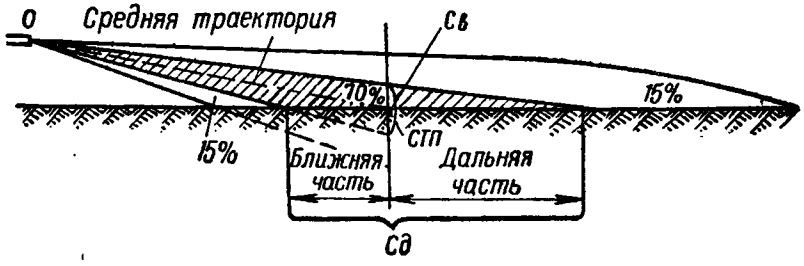


Рис. 36. Несимметричность рассеивания по дальности при стрельбе на близкие расстояния

если быстрее возрастает рассеивание по высоте, то рассеивание по дальности увеличивается.

Примечание. При стрельбе из стрелкового оружия на близкие расстояния наблюдается несимметричность рассеивания по дальности, которая объясняется настильностью траекторий. Вследствие большой настильности траекторий и значительной разницы в углах встречи для ближней и дальней частей площади рассеивания симметричный по высоте сноп траекторий (рис. 36) образует на горизонтальной поверхности несимметричную по размерам площадь рассеивания: ближняя часть площади рассеивания, лежащая перед средней точкой попадания, меньше (короче) дальней, лежащей за средней точкой попадания. В соответствии с этим полосы срединных отклонений, а также ближняя и дальняя части сердцевинной полосы рассеивания оказываются по размерам неравными. Расположение же точек встречи в этих полосах в процентном отношении соответствует закону рассеивания.

87. Величина и характер рассеивания при стрельбе из стрелкового автоматического оружия зависит от выучки стреляющего, положения для стрельбы и способа ведения огня. В связи с этим в Таблицах стрельбы по наземным целям из стрелкового оружия калибра 7,62 мм № 61, изд. 1962 г., даются харак-

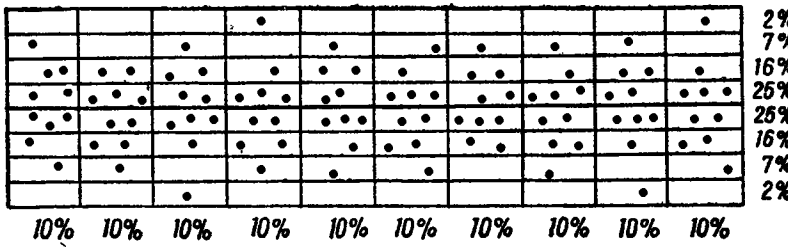


Рис. 37. Примерное расположение пробоин (точек встречи) при стрельбе с искусственным рассеиванием по фронту

теристики рассеивания для лучших и средних автоматчиков (пулеметчиков), коэффициенты, показывающие, во сколько раз увеличиваются характеристики рассеивания при изменении положения для стрельбы из автоматов и ручных пулеметов (при стрельбе из положения лежа с руки, с колена, стоя, на ходу с короткой остановки) и при изменении способа ведения огня из станкового пулемета (при стрельбе с откреплеными механизмами, с рассеиванием пуль по фронту).

88. При стрельбе с искусственным рассеиванием по фронту (в глубину) точки встречи располагаются более или менее равномерно

по фронту (в глубину), а расположение их по высоте (по боковому направлению) соответствует закону рассеивания (рис. 37). При одновременном искусственном рассеивании в обоих направлениях точки встречи располагаются более или менее равномерно по всей площади.

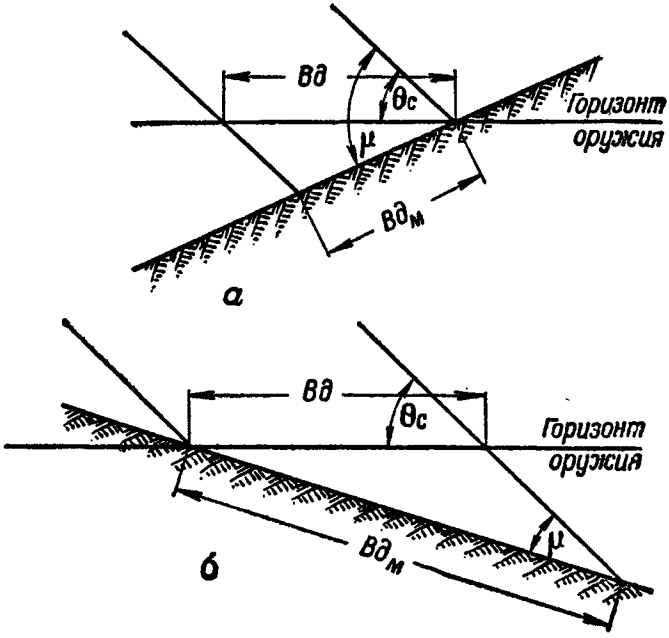


Рис. 38. Зависимость величины рассеивания по дальности от наклона местности:
а — на встречном скате; *б* — на обратном скате

89. При стрельбе из стрелкового оружия по скатам, обращенным в сторону оружия, рассеивание по дальности уменьшается, а при стрельбе по обратным скатам увеличивается (рис. 38).

Рассеивание по дальности на наклонной местности во столько раз меньше (больше) табличного, во сколько раз угол встречи больше (меньше) угла падения.

90. При стрельбе в условиях ограниченной видимости (ночью, в дыму, в пыли, в тумане и т. п.) видимость целей резко снижается; при стрельбе с бронетранспортера из-за вибрации (колебания) его строений затрудняется прицеливание. Все это влечет за собой увеличение ошибок в наводке (прицеливании), а следовательно, и увеличение рассеивания пуль.

Меткость стрельбы и поражаемая зона

91. Меткость стрельбы определяется точностью совмещения средней точки попадания с намеченной точкой на цели и величиной рассеивания. При этом, чем ближе средняя точка попадания к намеченной точке и чем меньше рассеивание пуль (гранат), тем лучше меткость стрельбы.

Стрельба признается меткой, если средняя точка попадания отклоняется от намеченной точки на цели не более чем на половину тысячной дальности стрельбы, что соответствует допустимому отклонению средней точки попадания от контрольной точки при приведении оружия к нормальному бою, а рассеивание не превышает табличных норм.

Меткость стрельбы обеспечивается точным приведением оружия к нормальному бою, тщательным сбережением оружия и боеприпасов и отличной выучкой стреляющего.

Для улучшения меткости стрельбы стреляющий должен уметь определять расстояние до цели, учитывать влияние метеорологических условий на полет пули (гранаты) и соответственно им выбирать установки прицела, целика и точку прицеливания, правильно выполнять приемы стрельбы, тщательно сберегать оружие и боеприпасы.

92. Основными причинами, снижающими меткость стрельбы, являются ошибки стреляющего в выборе точки прицеливания, установки прицела и целика, в изготовке, в наводке оружия и в производстве стрельбы.

При неправильной установке прицела и целика, а также неправильном выборе точки прицеливания пули (гранаты) будут перелетать цель (не долетать до цели) или отклоняться в сторону от нее.

При сваливании оружия средняя точка попадания отклоняется в сторону сваливания оружия и вниз.

При расположении упора впереди центра тяжести оружия (ближе к дульному срезу) средняя точка попадания отклоняется вверх, а при расположении упора сзади центра тяжести оружия (ближе к прикладу) отклоняется вниз; изменение положения упора во время стрельбы приводит к увеличению рассеивания.

Если приклад упирается в плечо нижним углом, то средняя точка попадания отклоняется вверх, а если верхним углом, то она отклоняется вниз.

При крупной мушке (мушка выше краев

прорези прицела) средняя точка попадания отклоняется вверх, а при мелкой мушке — вниз; мушка, придержанная к правой стенке прорези прицела, приводит к отклонению средней точки попадания вправо, а мушка, придержанная к левой стенке прорези прицела, приводит к отклонению ее влево. Неоднообразное прицеливание приводит к увеличению рассеивания пуль (гранат).

Неплавный спуск курка (дерганье) влечет за собой, как правило, отклонение средней точки попадания вправо и вниз.

93. Меткость стрельбы снижается из-за различных неисправностей оружия и боеприпасов. Так, например, при погнутости прицельной планки (рамки) и ствола средняя точка попадания отклоняется в сторону погнутости; при погнутости мушки и забоинах на дульном срезе средняя точка попадания отклоняется в сторону, противоположную погнутости (забоине). При боковой качке прицела, поражении и растертости канала ствола вследствие неправильной чистки оружия, качке ствола, штыка, станка, сошки и т. д. увеличивается рассеивание пуль и изменяется положение средней точки попадания. Различие весовых характеристик боеприпасов влияет на меткость стрельбы, изменяя положение средней точки попадания и увеличивая рассеивание пуль.

94. На меткость стрельбы оказывают влияние освещение и метеорологические условия. Например, если солнце светит с правой стороны, то на правой стороне мушки получается

отблеск, который стреляющий при прицеливании принимает за сторону мушки; при этом мушка будет отклонена влево, отчего и пули отклонятся влево. Боковой ветер, дующий справа, отклоняет пулю влево, а ветер слева — в правую сторону.

95. Пространство, в пределах которого может быть поражена цель определенной высо-

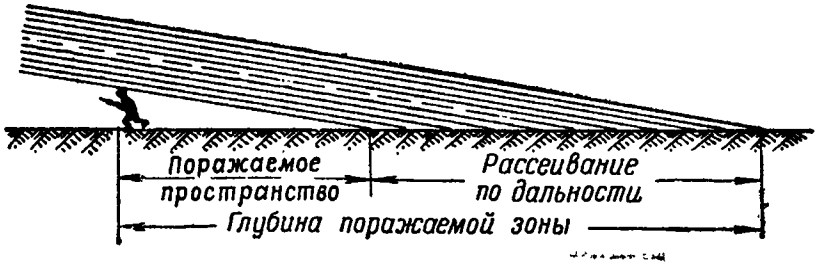


Рис. 39. Глубина поражаемой зоны

ты при стрельбе на одних и тех же установках прицельных приспособлений, называется **поражаемой зоной.**

Глубина поражаемой зоны на горизонтальной плоскости при стрельбе из стрелкового оружия складывается из полного рассеивания по дальности и поражаемого пространства для данной цели (рис. 39). Ширина поражаемой зоны равна величине полного рассеивания по боковому направлению.

Глубина поражаемой зоны на наклонной местности во столько раз меньше (больше), чем на горизонтальной плоскости, во сколько раз угол встречи больше (меньше) угла падения.

Глава четвертая

ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТЬ СТРЕЛЬБЫ

Понятие о действительности стрельбы

96. При стрельбе из стрелкового оружия и гранатометов в зависимости от характера цели, расстояния до нее, способа ведения огня, вида боеприпасов и других факторов могут быть достигнуты различные результаты. Для выбора наиболее эффективного в данных условиях способа выполнения огневой задачи необходимо произвести оценку стрельбы, т. определить ее действительность.

Действительностью стрельбы называется степень соответствия результатов стрельбы поставленной огневой задаче. Она может быть определена заранее расчетным путем или по результатам опытных стрельб.

97. Знание закономерностей и характеристик рассеивания, возможных ошибок в подготовке исходных данных и некоторых других условий стрельбы позволяет определить заранее расчетным путем ожидаемые результаты стрельбы.

Для оценки возможных результатов стрельбы из стрелкового оружия и гранатометов

обычно принимаются следующие показатели:

— вероятность поражения одиночной цели (состоящей из одной фигуры);

— математическое ожидание числа (процента) пораженных фигур в групповой цели (состоящей из нескольких фигур);

— математическое ожидание числа попаданий;

— средний ожидаемый расход патронов (гранат) для достижения необходимой надежности стрельбы;

— средний ожидаемый расход времени на выполнение огневой задачи.

Кроме того, при оценке действительности стрельбы учитывается степень убойного и пробивного действия пули (гранаты).

98. Убойность пули характеризуется ее энергией в момент встречи с целью. Для нанесения поражения человеку (вывода его из строя) достаточна энергия, равная 10 кгм. Пуля стрелкового оружия сохраняет убойность практически до предельной дальности стрельбы.

99. Пробивное действие пули (гранаты) характеризуется ее способностью пробить преграду (укрытие) определенной плотности и толщины. Пробивное действие пули указывается в наставлениях по стрелковому делу для каждого вида оружия. Кумулятивная граната к гранатометам пробивает броню любого современного танка, самоходно-артиллерийской установки, бронетранспортера.

100. При определении действительности стрельбы опытным путем обычно учитывается количество (процент) попаданий в одиночную цель, количество (процент) пораженных фигур в групповой цели, степень пробивного или убойного действия пули (гранаты), расход боеприпасов и времени на стрельбу или на поражение одной цели (фигуры).

101. Для расчета показателей действительности стрельбы необходимо знать характеристики рассеивания пуль (гранат), ошибки в подготовке стрельбы, а также способы определения вероятности попадания в цель и вероятности поражения целей.

102. К ошибкам в подготовке стрельбы относятся **ошибки в технической подготовке оружия** (в приведении его к нормальному бою, выверке прицельных приспособлений, допуски в изготовлении механизмов и т. д.) и **ошибки в подготовке исходных установок для стрельбы** (в определении расстояния до цели, в учете поправок на отклонение условий стрельбы от нормальных, в округлениях при назначении установок и т. д.).

Примечание. **Ошибкой измерения** или просто **ошибкой** в теории вероятностей называется разность между полученным результатом измерения и истинным значением измеряемой величины.

Если значение измеряемой величины неизвестно, то за неизвестное истинное значение измеряемой величины принимают средний результат отдельных измерений.

Средним результатом называется частное от деления суммы результатов измерений, взятых с их знаками, на число измерений.

Ошибки могут быть положительными, если измеренная величина больше истинной, и отрицательными, когда измеренная величина меньше истинной.

Ошибки могут быть систематическими и случайными.

Систематические (постоянные) ошибки вызываются постоянно действующими причинами, оказывают одинаковое влияние на все измерения и могут быть учтены. Например, вследствие смещения на автомате Калашникова мушки влево на 0,5 мм пули при дальности стрельбы на 100 м отклоняются от точки прицеливания вправо на 13 см. Достаточно передвинуть мушку вправо на 0,5 мм, и ошибка будет устранена.

Случайными называются такие ошибки, которые являются результатом действия большого числа источников ошибок и при каждом новом измерении (испытании) получают новые, случайные значения. Случайные ошибки невозможно учесть и нельзя ввести заблаговременно поправки на их устранение. Примером действия случайных ошибок является рассеивание пуль (гранат).

В распределении или частоте появления случайных ошибок при большом числе измерений (испытаний) проявляется определенная закономерность, которую принято называть **нормальным законом случайных ошибок.** Эта закономерность выражается следующими основными положениями.

При достаточно большом числе измерений (испытаний) ошибки измерений появляются: **неравномерно** — меньшие ошибки появляются чаще, а большие — реже; **симметрично** — число положительных и отрицательных ошибок, заключенных в равных по величине пределах, одинаково, и каждой положительной ошибке соответствует отрицательная ошибка, равная ей по абсолютной величине; **небеспредельно** — для каждого способа измерения существует предел величины ошибок, больше которого ошибки практически не могут быть.

В стрелковой практике для суждения о точности измерения принята срединная ошибка, так как она наглядно (численно) характеризует нормальный закон случайных ошибок.

Срединной ошибкой называется такая ошибка, которая по своей абсолютной величине (независимо от знака) больше каждой из ошибок одной половины их и меньше каждой из ошибок другой половины ошибок, выписанных в возрастающем или убывающем порядке.

Для определения величины срединной ошибки необходимо выписать все ошибки в ряд в возрастающем или убывающем порядке по абсолютной величине и отсчитать половину ошибок справа или слева. Ошибка, стоящая посредине этого ряда, и будет срединной ошибкой.

Если ряд состоит из четного числа ошибки, то для определения величины срединной ошибки надо взять две ошибки, стоящие посредине, и разделить сумму их абсолютных величин на два.

Пример. Расстояние до ориентира измерили шагами шесть автоматчиков. Результаты измерений следующие: 675; 590; 720; 665; 610; 640 м. Определить средний результат, ошибки измерения и срединную ошибку.

Решение. Средний результат равен:

$$\frac{675 + 590 + 720 + 665 + 610 + 640}{6} = \frac{3900}{6} = 650 \text{ м.}$$

Ошибки измерений равны:

$$675 - 650 = +25; \quad 590 - 650 = -60; \quad 720 - 650 = +70$$

$$65 - 650 = +15; \quad 610 - 650 = -40; \quad 640 - 650 = -10.$$

Выписав абсолютное значение всех ошибок в возрастающем порядке, получим: 10; 15; **25; 40;** 60; 70.

Срединная ошибка равна:

$$E = \frac{25 + 40}{2} = 32{,}5 \text{ м.}$$

Более точно при малом числе ошибок срединная ошибка определяется по средней квадратической ошибке (см. ст. 68).

Численно нормальный закон случайных ошибок выражается шкалой ошибок, показывающей вероятности появления ошибок в определенных пределах. На рис. 40 дана шкала ошибок. Цифры шкалы округлены до целых чисел.

Для нормального закона случайных ошибок предельной считают ошибку в ± 4 срединные ошибки ($\pm 4E$), так как вероятность получения ошибок, больших $\pm 4E$, очень мала (0,7%) и ими можно пренебречь.

Шкала ошибок с масштабом в $0{,}01E$ дана в приложении 4, табл. 1.

Принимая средний результат за истинное значение измеряемой величины, допускается ошибка. Судить о

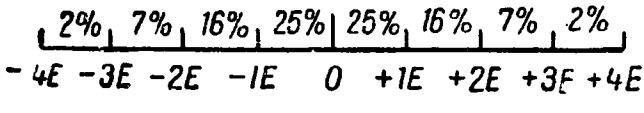


Рис. 40. Шкала ошибок

том, на какую величину средний результат может отличаться от истинного значения измеряемой величины, дает возможность срединная ошибка среднего результата.

Срединная ошибка среднего результата определяется как отношение срединной ошибки способа измерения к корню квадратному из количества измерений, по которым получена срединная ошибка.

Пример. По условиям предыдущего примера определить срединную ошибку среднего результата.

Решение. Срединная ошибка среднего результата равна

$$R = \frac{E}{\sqrt{6}} = \frac{32{,}5}{2{,}45} = 13{,}2 \text{ м}.$$

Средний результат может отличаться от истинного на величину от 0 до ± 4 срединных ошибок среднего результата.

103. Практикой установлены следующие значения срединных ошибок в подготовке стрельбы:

№ по пор.	Наименование ошибок	Величина срединной ошибки
1	Ошибка в определении расстояния до цели:	
	— глазомером	10% *Д*
	— промером местности шагами	4% *Д*
	— по карте	5% *Д*
2	Ошибка в определении скорости ветра (без приборов)	1,5 м/сек
3	Ошибка в определении скорости цели (без приборов)	20% $v_ц$
4	Ошибка в определении температуры воздуха (без приборов)	5° С
5	Ошибка приведения оружия к нормальному бою	0,3 тыс.
6	Ошибка наводки оружия:	
	— лежа с руки	0,4 тыс.
	— с колена без упора	0,8 тыс.
	— на ходу с короткой остановки	2,0 тыс.
7	Ошибка в определении курсового угла цели	0,1 радиана

Срединная ошибка по высоте (*Ев*) равняется срединной ошибке по дальности (*Ед*) до цели, умноженной на тангенс угла падения при стрельбе на эту дальность (θ_c), т. е.

$$Ев = Ед \cdot \operatorname{tg} \theta_c.$$

Для малых углов с достаточной для практики точностью можно заменить величину тан-

генса угла значением $\operatorname{tg} \theta_c = \frac{\theta_c}{1000}$. Тогда формула примет вид

$$Eв = Eд \cdot \frac{\theta_c}{1000}.$$

Пример. Определить срединную ошибку по высоте при стрельбе из автомата Калашникова, если расстояние до цели, определенное глазомерно, равно 400 м.

Решение. 1. Определяем срединную ошибку по дальности ($Eд$):

$$Eд = 400 \text{ м} \cdot 0{,}1 = 40 \text{ м}.$$

2. По таблице находим угол падения (θ_c); он равен 8,6 тысячных.

3. Определяем срединную ошибку по высоте ($Eв$):

$$Eв = Eд \cdot \frac{\theta_c}{1000} = 40 \cdot \frac{8{,}6}{1000} \approx 0{,}34 \text{ м}.$$

Суммарная срединная ошибка подготовки стрельбы по высоте (дальности) или направлению равна корню квадратному из суммы квадратов ошибок, входящих в данное направление, и определяется по формуле

$$Eсум = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + \ldots + E_n^2},$$

где $Eсум$ — суммарная срединная ошибка;
E_1, E_2, E_n — срединные ошибки, составляющие суммарную срединную ошибку по данному направлению.

104. Ошибки в подготовке стрельбы приводят к отклонению средней траектории от середины цели (намеченной точки). Эти отклонения случайные как по направлению, так и по величине, однако они подчиняются тем же

закономерностям, что и отклонение пуль (гранат) из-за рассеивания. Общая (суммарная) площадь разброса пуль (гранат) будет определяться рассеиванием и возможными отклонениями средних траекторий из-за ошибок в подготовке стрельбы (рис. 41). Поэтому при определении действительности стрельбы с уче-

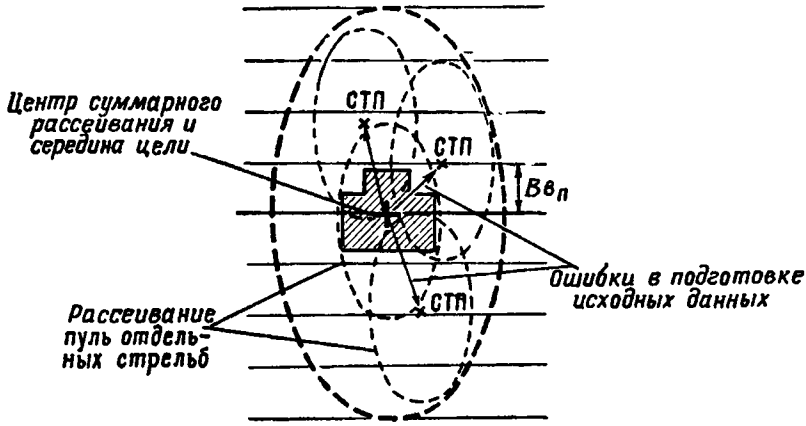


Рис. 41. Площадь рассеивания с учетом ошибок в подготовке стрельбы

том ошибок в стрельбе необходимо брать размеры суммарных (приведенных) срединных отклонений, совмещая центр суммарного рассеивания с серединой цели.

Суммарное (приведенное) срединное отклонение ($Bп$) по любому направлению равняется среднему квадратическому из суммарной срединной ошибки подготовки стрельбы ($Есум$) и суммарного срединного отклонения из-за рассеивания пуль (гранат) ($Всум$), т. е.

$$Bп = \sqrt{Есум^2 + Всум^2}.$$

Вероятность попадания и ее зависимость от различных причин

105. Вследствие рассеивания пуль (гранат) и ошибок в подготовке стрельбы при выстреле можно попасть в цель или сделать промах. Возможность попасть в цель характеризуется вероятностью попадания.

Вероятностью попадания называется число, характеризующее степень возможности попадания в цель при данных условиях стрельбы.

Вероятность попадания изменяется от нуля до единицы, так как попадания могут появиться при всех выстрелах, или только при части их, или совсем не появиться. Вероятность попадания выражается обычно десятичной дробью или в процентах.

Для определения вероятности попадания необходимо в каждом отдельном случае найти ту часть площади рассеивания, которой будет накрыта цель, и на основании закона рассеивания подсчитать процент попаданий, приходящийся на площадь цели.

Примечание. Вероятность попадания может быть определена на основании результатов опытных стрельб.

Отношение числа попаданий к числу всех произведенных выстрелов называется **частостью (частотой) попадания.**

При достаточно большом числе стрельб, произведенных в возможно одинаковых условиях, частость попадания изменяется в очень узких пределах, колеблясь около среднего значения. Среднее значение частости попадания, найденное в результате этих стрельб, и будет вероятностью попадания для данных условий.

106. Величина вероятности попадания зависит:

— от положения средней точки попадания относительно центра цели (рис. 42); чем бли-

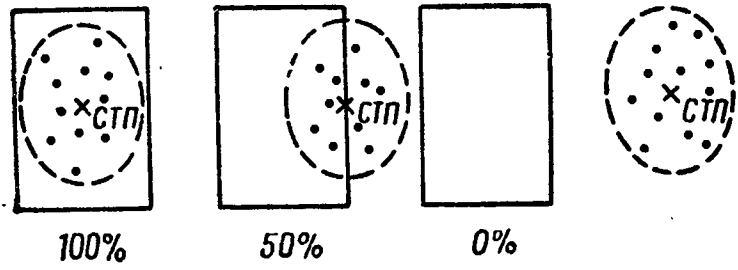


Рис. 42. Зависимость вероятности попадания от положения средней точки попадания

же средняя точка попадания к центру цели, тем более кучной частью площади рассеивания будет накрываться цель, тем больше будет вероятность попадания;

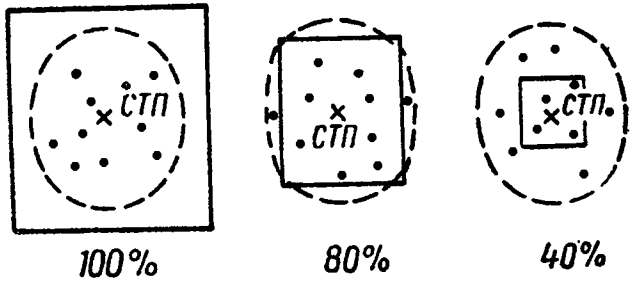


Рис. 43. Зависимость вероятности попадания от размеров цели

— от размеров цели (рис. 43); при совпадении средней точки попадания с центром цели и при одних и тех же размерах площади

рассеивания вероятность попадания будет тем больше, чем больше размеры цели;

— от размеров площади рассеивания (рис. 44); при одних и тех же размерах цели вероятность попадания будет тем больше, чем меньше будет площадь рассеивания; если рассеивание не выходит из пределов цели, то вероятность попадания будет равна 100%;

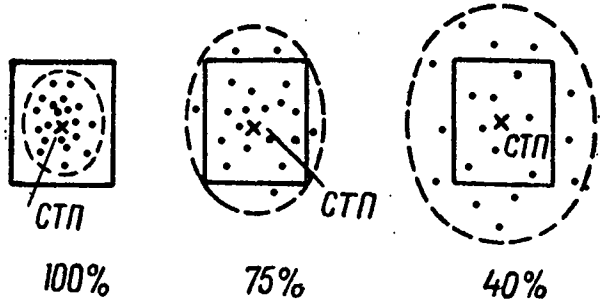


Рис. 44. Зависимость вероятности попадания от размеров площади рассеивания

— от направления стрельбы (рис. 45); если цель имеет большое протяжение по фронту и малое в глубину, то наибольшая вероятность попадания будет при стрельбе во фланг цели; если же цель глубокая, то наибольшая вероятность попадания будет при фронтальном обстреле цели.

Для увеличения вероятности попадания необходимо:

— тщательно производить выверку прицельных приспособлений и приводить оружие к нормальному бою;

— умело выбирать прицел и точку прицеливания, обеспечивающие совмещение средней точки попадания с серединой цели;

— использовать для стрельбы моменты, когда цель наиболее уязвима (поднялась во

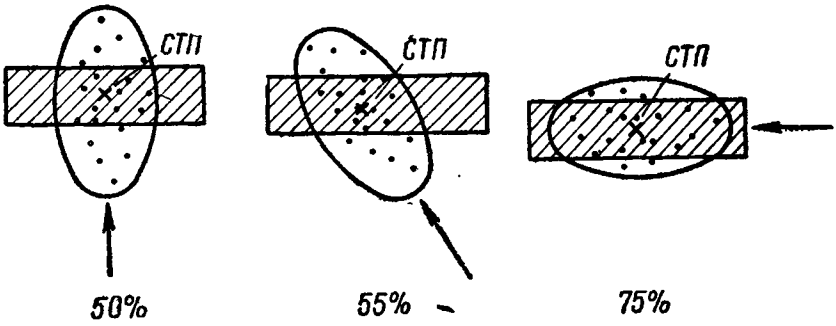


Рис. 45. Зависимость вероятности попадания от направления стрельбы

весь рост, подставила свой фланг или борт и т. п.);

— принимать меры к уменьшению действия причин, приводящих к рассеиванию пуль (гранат), и возможно точнее наводить оружие в цель.

Способы определения вероятности попадания

107. Вероятность попадания в цель может быть определена сравнением площади цели с площадью сердцевины рассеивания, по шкале рассеивания, по таблице значений вероятностей и по сетке рассеивания.

При стрельбе автоматическим огнем (очередями) для вычисления вероятности попада-

ния берутся характеристики суммарного рассеивания.

108. Если цель по своим размерам равна сердцевине рассеивания или меньше ее, то вероятность попадания в цель определяется приближенно **сравнением площади цели с площадью сердцевины рассеивания.** При этом допускается, что рассеивание пуль в пределах сердцевины равномерное.

Вероятность попадания в цель будет во столько раз меньше вероятности попадания в сердцевину, во сколько раз площадь цели меньше площади сердцевины, т. е.

$$p = 0{,}50 \cdot \frac{S_ц}{Св \cdot Сб},$$

где p — вероятность попадания в цель;
0,50, или 50% — вероятность попадания в сердцевину;
$Св$ и $Сб$ — сердцевинные полосы соответственно по высоте и боковому направлению;
$S_ц$ — площадь цели.

Пример. Определить вероятность попадания в грудную фигуру (залегший стрелок) при стрельбе очередями из ручного пулемета Калашникова на 200 м, если средняя траектория пройдет через середину цели.

Решение. 1. Из таблицы находим: $Св = 0{,}50$ м, $Сб = 0{,}50$ м; из приложения 4, таблица 6 площадь цели $S_ц = 0{,}20$ м².

2. Определяем вероятность попадания в цель:

$$p = 0{,}50 \cdot \frac{S_ц}{Св \cdot Сб} = 0{,}50 \cdot \frac{0{,}20}{0{,}50 \cdot 0{,}50} = 0{,}40, \text{ или } 40\%$$

(0,50 — вероятность попадания в сердцевину).

Пример показывает, что если произвести большое число выстрелов в возможно одинаковых условиях, то в среднем на каждые 100 выстрелов придется 40 попаданий и 60 промахов, или в среднем на один выстрел приходится 0,40 попадания.

109. Если в каком-либо направлении цель по своим размерам больше сердцевины рассеивания, то вероятность попадания в нее может быть определена **по шкале рассеивания.** При этом вероятность попадания в цель определяется как произведение вероятности попадания в полосу, равную высоте (глубине) цели, на вероятность попадания в полосу, равную ширине цели, т. е.

$$p = p_в \cdot p_б,$$

где p — вероятность попадания в цель;
$p_в$ — вероятность попадания в полосу, равную высоте цели;
$p_б$ — вероятность попадания в полосу, равную ширине цели.

Для определения вероятности попадания в полосу, равную высоте (ширине) цели, необходимо: вычертить в произвольном масштабе цель и на ней в том же масштабе шкалу рассеивания, например, по высоте; подсчитать по шкале рассеивания процент попаданий, приходящийся в полосу, равную высоте цели; вычертить на цели шкалу рассеивания по боковому направлению и также подсчитать по ней процент попаданий в полосу, равную ширине цели.

При расчетах по шкале рассеивания с масштабом в одно срединное отклонение допу-

скают, что рассеивание равномерно в пределах полосы, равной по ширине одному срединному отклонению.

Если цель не является прямоугольником, а имеет фигурное очертание, то сначала по шкале рассеивания определяется вероятность попадания в прямоугольник, описанный вокруг фигурной цели. Затем полученную вероятность умножают на **коэффициент фигурности,** равный отношению площади цели к площади описанного вокруг цели прямоугольника, т. е.

$$p = p_в \cdot p_б \cdot K,$$

где K — коэффициент фигурности.

При применении коэффициента фигурности допускают, что рассеивание в пределах описанного вокруг цели прямоугольника равномерно. Это допущение приводит к ошибке, которая тем больше, чем больше размеры цели по отношению к площади рассеивания. При определении вероятности попадания в фигурную цель коэффициент фигурности можно применять только в тех случаях, когда размеры цели меньше размеров полного рассеивания.

Примечание. Для более точных расчетов коэффициент фигурности определяется как отношение вероятности попадания в цель к вероятности попадания в прямоугольник, описанный вокруг цели.

Значения коэффициента фигурности для различных целей даны в приложении 4, таблица 6.

Пример. Определить вероятность попадания в пулемет противника при стрельбе из ручного пулемета Дегтярева из положения стоя из окопа на расстоянии 300 м, если средняя траектория пройдет через середину цели.

Решение. 1. По таблицам и приложению 4 находим: *Вв сум*=0,21 м, *Вб сум*=0,29 м, высота цели равна 0,55 м, ширина 0,75 м, коэффициент фигурности K=0,75.

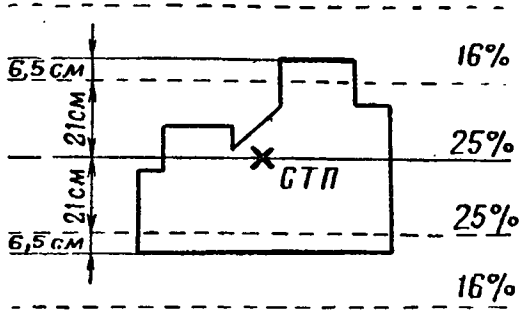


Рис. 46. Определение вероятности попадания по шкале рассеивания в полосу, равную высоте цели

2. Определяем вероятность попадания в полосу, равную высоте цели ($p_в$), для чего:

а) вычерчиваем в произвольном масштабе цель и накладываем на нее (вычерчиваем на ней) в том же масштабе шкалу рассеивания по высоте (рис. 46);

б) подсчитываем по шкале рассеивания процент попадания в ту часть шкалы, которой накрывается цель; по одну сторону центра рассеивания цель накрывается полосой, включающей 25% попаданий, и частью полосы, включающей 16% попаданий.

Для определения процента попаданий в эту часть полосы, равную 6,5 см (27,5—21), составляем пропорцию:

$$21 \text{ см} — 16\%;$$

$$6{,}5 \text{ см} — x;$$

$$x = \frac{6{,}5 \cdot 16}{21} \approx 5\%.$$

Следовательно, часть шкалы рассеивания, накрывающая половину цели, включает в себя

$$25\% + 5\% = 30\%.$$

Тогда вероятность попадания в полосу, равную высоте цели, будет вдвое больше, т. е.

$$p_в = 30\% + 30\% = 60\%, \text{ или } 0{,}60.$$

3. Определяем вероятность попадания в полосу, равную ширине цели ($p_б$), для чего:

а) накладываем на цель шкалу рассеивания по боковому направлению;

б) подсчитываем по шкале рассеивания процент попаданий, который равен:

$$p_б = (25\% + 5\%) \cdot 2 = 60\%, \text{ или } 0{,}60.$$

4. Определяем вероятность попадания в цель:

$$p = p_в \cdot p_б \cdot K = 0{,}60 \cdot 0{,}60 \cdot 0{,}75 = 0{,}27, \text{ или } 27\%.$$

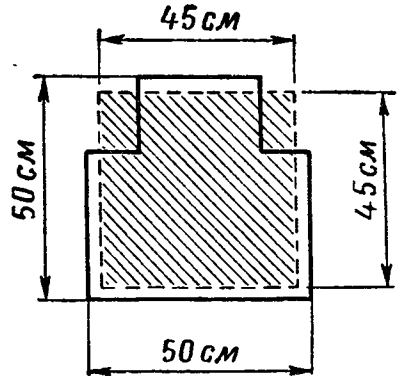


Рис. 47. Приведенные размеры грудной фигуры

Для удобства определения вероятности попадания иногда фигурную цель заменяют равновеликим прямоугольником, стороны которого соответственно равны произведению ширины (высоты) мишени на корень квадратный из коэффициента фигурности (рис. 47).

Приведенные размеры цели даны в приложении 4, таблица 6. Найденную вероятность попадания в такой прямоугольник принимают за вероятность попадания в фигурную цель.

110. Для более точного определения вероятности попадания в цель пользуются **таблицей**

значений вероятностей (шкалой рассеивания), рассчитанной с учетом неравномерности рассеивания через каждую десятую или сотую и т. д. долю срединного отклонения (приложение 4, таблица 1). При этом допускают, что рассеивание равномерно только в пределах полосы по ширине, равной десятой, сотой и т. д. доле срединного отклонения.

Для определения вероятности попадания по таблице значений вероятностей необходимо:

— подсчитать отношения **половины** высоты (глубины) или ширины цели к срединному отклонению по высоте (дальности) или боковому направлению; эти отношения в таблице обозначены через B;

— в графе B найти цифры, соответствующие этим отношениям; стоящие рядом в графе $\Phi(B)$ цифры являются вероятностью попадания в полосы, равные высоте (глубине) или ширине цели.

Вероятность попадания в цель прямоугольной формы будет равна произведению вероятности попадания в полосу, равную высоте (глубине) цели, на вероятность попадания в полосу, равную ширине цели.

Если цель по своей форме отличается от прямоугольника, то найденную вероятность попадания необходимо умножить на коэффициент фигурности. Вероятность попадания в такую цель может быть найдена также по приведенным размерам цели без использования коэффициента фигурности.

$$p = \Phi\left(\frac{y}{Bв\ сум}\right) \cdot \Phi\left(\frac{z}{Bб\ сум}\right) \cdot K,$$

где p — вероятность попадания в цель;
y — половина высоты цели;
z — половина ширины цели;
Вв сум и *Вб сум* — суммарные срединные отклонения соответственно по высоте и боковому направлению;
K — коэффициент фигурности.

Пример. Определить вероятность попадания в амбразуру бронеколпака высотой 20 см и шириной 35 см при стрельбе из снайперской винтовки Драгунова на расстояние 400 м, если средняя траектория пройдет через центр цели.

Решение. 1. По таблицам находим: $Вв=7{,}2$ см, $Вб=7{,}2$ см.

2. Определяем вероятность попадания в полосу, равную высоте цели, для чего:

а) находим отношение половины высоты цели к срединному отклонению по высоте:

$$B = \frac{10}{7{,}2} = 1{,}39;$$

б) по табл. 1 приложения 4 в графе B находим цифру 1,39; стоящая рядом с этой цифрой в графе $\Phi(B)$ цифра 0,652 и есть величина вероятности попадания в данную полосу ($p_в$).

3. Определяем вероятность попадания в полосу, равную ширине цели:

$$B = \frac{17{,}5}{7{,}2} = 2{,}43;$$

по таблице находим: $p_б=0{,}899$.

4. Определяем вероятность попадания в цель:

$$p = p_в \cdot p_б = 0{,}652 \cdot 0{,}899 = 0{,}586, \text{ или } 58{,}6\%.$$

111. Для определения вероятности попадания по таблице вероятностей (табл. 2, приложение 4) в круглую мишень при площади

рассеивания, близкой по форме к кругу, и при совмещении средней точки попадания с центром мишени необходимо:

— определить отношение радиуса круглой мишени к радиусу круга рассеивания, вмещающего 50% попаданий;

— по таблице в графе B найти это отношение; стоящая рядом в графе Φ (B) цифра будет являться вероятностью попадания в цель.

Пример. Определить вероятность попадания в круглую мишень (круг) радиусом 10 см при стрельбе из пистолета Макарова на расстояние 50 м, если средняя траектория пройдет через центр круга.

Решение. 1. В таблице находим $P_{50}=8$ см.

2. Определяем отношение радиуса круглой мишени (круга) к P_{50}:

$$B = \frac{10}{8} = 1{,}25.$$

3. По табл. 2 приложения 4 находим в графе B цифру 1,25; рядом стоящая цифра в графе Φ (B) дает вероятность попадания в круг, равную 66,1%.

112. Когда средняя точка попадания не совпадает с серединой цели, для определения вероятности попадания в цель необходимо (рис. 48):

1. Определить вероятность попадания в полосу, равную высоте (глубине) цели, для чего:

а) определить вероятность попадания в полосу, высота (глубина) которой равна расстоянию от оси рассеивания по высоте (дальности) до верхнего (дальнего) края цели; для этого найти отношение высоты (глубины) этой полосы к срединному отклонению по вы-

соте (дальности), т. е. B, и по таблице вероятностей взять половину ($^1/_2$) значения, указанного в графе Φ (B);

б) определить таким же образом вероятность попадания в полосу, высота (глубина)

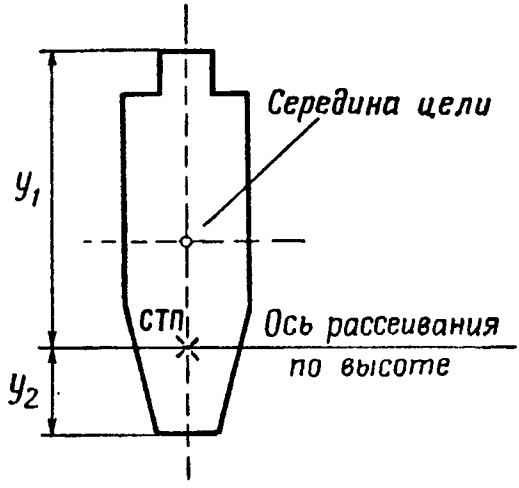


Рис. 48. Определение вероятности попадания в цель при несовпадении средней точки попадания с серединой цели

которой равна расстоянию от этой же оси рассеивания до нижнего (ближнего) края цели;

в) определить вероятность попадания в полосу, равную высоте (глубине) цели; она будет равна: если средняя точка попадания расположена в пределах цели, — сумме вероятностей попадания в эти полосы; если средняя точка попадания вне пределов цели, — разности вероятностей попадания в эти полосы.

2. Подобным же образом определить вероятность попадания в полосу, равную ширине цели.

3. Определить вероятность попадания в цель, для чего вероятность попадания в полосу, равную высоте цели, умножить на вероятность попадания в полосу, равную ширине цели. Если цель имеет фигурное очертание, то полученную вероятность умножить на коэффициент фигурности или для определения вероятности попадания взять приведенные размеры цели.

$$p = \frac{1}{4}\left[\Phi\left(\frac{y_1}{Bв\ сум}\right) \pm \Phi\left(\frac{y_2}{Bв\ сум}\right)\right] \times$$
$$\times \left[\Phi\left(\frac{z_1}{Bб\ сум}\right) \pm \Phi\left(\frac{z_2}{Bб\ сум}\right)\right] \cdot K,$$

где y_1 и y_2 — расстояния от оси рассеивания по высоте соответственно до дальнего и ближнего края цели;

z_1 и z_2 — расстояния от оси рассеивания по боковому направлению соответственно до дальнего и ближнего края цели;

Вв сум и *Вб сум* — суммарные срединные отклонения соответственно по высоте и боковому направлению;

K — коэффициент фигурности.

Знак плюс (+) берется, когда ось рассеивания проходит через цель, а знак минус (—) — когда ось рассеивания вне цели.

Пример. Определить вероятность попадания в бегущую фигуру при стрельбе из пулемета Калашникова на

расстояние 500 м, если средняя траектория пройдет ниже середины цели на 0,4 м.

Решение. 1. По таблицам находим: *Вв сум* = =0,37 м, *Вб сум*=0,51 м; из приложения 4, таблица 6 находим приведенные размеры цели: высота равна 1,40 м, ширина 0,46 м.

2. Определяем вероятность попадания в полосу от оси рассеивания по высоте до верхнего края цели:

$$B = \frac{1,10}{0,37} = 2,97; \quad \frac{1}{2}\Phi(B) = \frac{0,955}{2} \approx 0,477.$$

3. Определяем вероятность попадания в полосу от этой же оси рассеивания до нижнего края цели:

$$B = \frac{0,30}{0,37} = 0,81; \quad \frac{1}{2}\Phi(B) = \frac{0,415}{2} \approx 0,207.$$

4. Определяем вероятность попадания в полосу, равную высоте цели:

$$p_в = 0,477 + 0,207 = 0,684.$$

5. Определяем вероятность попадания в полосу, равную ширине цели $p_б$:

$$B = \frac{0,23}{0,51} = 0,45; \quad \Phi(B) = 0,239.$$

6. Определяем вероятность попадания в цель:

$$p = p_в \cdot p_б = 0,684 \cdot 0,239 = 0,163, \text{ или } 16,3\%.$$

113. Вероятность попадания в цель любого очертания и при любом расположении средней траектории может быть определена графическим способом по **сетке рассеивания** (рис. 49).

Сетка рассеивания составляется проведением прямых линий, параллельных осям рассеивания, через целые срединные отклонения или доли их. В результате этого вся площадь

рассеивания разбивается на ряд прямоугольников. Вероятности попадания в образовавшиеся прямоугольники подсчитываются умножением вероятностей попадания в полосы, ко-

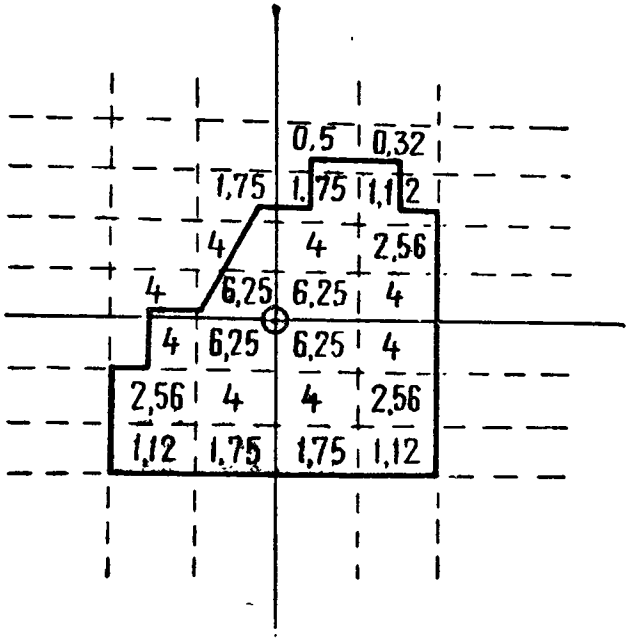


Рис. 49. Определение вероятности попадания по сетке рассеивания $p = 0{,}1 + 0{,}05 + 0{,}2 + 1{,}5 + 0{,}8 + 2 + 4 + 2{,}56 + 0{,}2 + 5{,}8 + 6{,}25 + 4 + 2{,}5 + 6{,}25 + 6{,}25 + 4 + 2{,}56 + 4 + 4 + 2{,}56 + 1{,}12 + 1{,}75 + 1{,}75 + 1{,}12 = 65{,}32\%$

торыми образуются эти прямоугольники. Например, вероятность попадания в прямоугольник, отмеченный в табл. 5 приложения 4, равна $0{,}16 \cdot 0{,}25 = 0{,}04$, или 4%. Сетка рассеивания в этой таблице дана в масштабе в одно срединное отклонение.

Определение вероятности попадания по сетке рассеивания производится в той же последовательности, что и по шкале рассеивания. Для этого надо начертить в условном масштабе цель и на нее наложить в том же масштабе сетку рассеивания так, чтобы центр рассеивания был в точке согласно условиям стрельбы. Затем подсчитать вероятность попадания в цель суммированием вероятностей попадания в прямоугольники, накрывающие цель; причем там, где прямоугольники неполностью входят в цель, вероятности берутся примерным сравнением площади, занятой целью, с площадью всего прямоугольника.

$$p = p_1 + p_2 + \ldots + p_n,$$

где p — вероятность попадания в цель;
p_1, p_2 и т. д.— вероятности попадания в прямоугольники.

114. Для определения вероятности попадания в одиночную (групповую прерывчатую) цель при стрельбе с искусственным рассеиванием по фронту необходимо найти вероятность попадания в полосу, равную высоте цели, и умножить ее на отношение площади одиночной цели (занятой всеми фигурами) к площади прямоугольника, ширина которого равна ширине фронта искусственного рассеивания, а высота — высоте цели. При этом допускается, что рассеивание пуль по боковому направлению равномерно и вероятность попадания в полосу, равную фронту цели (рассеивания), равна 100%. Если групповая цель состоит из одинаковых по размерам фигур, то ее пло-

щадь определяется умножением площади одной фигуры на число фигур.

$$p = p_в \cdot \frac{S_ц}{S_{пр}},$$

где p — вероятность попадания в цель;
$p_в$ — вероятность попадания в полосу, равную высоте цели;
$S_ц$ — площадь цели;
$S_{пр}$ — площадь прямоугольника.

Пример. Определить вероятность попадания в групповую цель, состоящую из 10 бегущих фигур на фронте 40 м на расстоянии 300 м, при стрельбе из пулемета Калашникова (ПКС) с рассеиванием по фронту при условии, что ось рассеивания по высоте пройдет через середину цели.

Решение. 1. По таблицам находим: $Bв$=0,15 м; при стрельбе с рассеиванием по фронту $Bв$ увеличивается в 1,4 раза; из приложения 4, таблица 6 высота цели равна 1,5 м, площадь одной фигуры цели 0,64 м^2.

2. Определяем срединное отклонение по высоте при стрельбе с рассеиванием по фронту:

$$Bв = 0{,}15 \text{ м} \cdot 1{,}4 = 0{,}21 \text{ м}.$$

3. Определяем вероятность попадания в полосу, равную высоте цели:

$$B = \frac{0{,}75}{0{,}21} = 3{,}57.$$

По табл. 1 приложения 4 находим:

$$p_в = \Phi(B) = 0{,}984.$$

4. Определяем вероятность попадания в групповую цель:

$$p = p_в \cdot \frac{S_ц}{S_{пр}} = 0{,}984 \cdot \frac{0{,}64 \cdot 10}{1{,}5 \cdot 40} = 0{,}105, \text{ или } 10{,}5\%.$$

115. Вероятность попадания в цель с учетом ошибок в подготовке стрельбы определяется вышеуказанными способами. При этом, кроме характеристик рассеивания, учитыва-

ются ошибки в подготовке стрельбы (см. ст. 103 и 104) и принимается, что средняя точка попадания проходит через середину цели.

Пример. Определить вероятность попадания в появляющееся реактивное противотанковое ружье при стрельбе из пулемета Калашникова на расстояние 600 м с учетом возможных ошибок в стрельбе; ветер боковой; расстояние до цели определено глазомерно.

Решение. 1. По таблицам находим: $Bв\ сум = 0{,}44$ м, $Bб\ сум = 0{,}61$ м; из приложения 4, таблицы 7 и 6 $Eв = 0{,}63$ м, $Eн = 0{,}43$ м, приведенные размеры цели: высота равна 0,85 м, ширина 0,85 м.

2. Определяем суммарные (приведенные) ошибки в подготовке стрельбы:

а) по высоте:

$$Bв_{\text{п}} = \sqrt{Bв\ сум^2 + Eв^2} = \sqrt{0{,}44^2 + 0{,}63^2} = 0{,}77 \text{ м};$$

б) по боковому направлению:

$$Bб_{\text{п}} = \sqrt{Bб\ сум^2 + Eн^2} = \sqrt{0{,}61^2 + 0{,}43^2} = 0{,}75 \text{ м}.$$

3. Определяем вероятность попадания в цель:

а) в полосу, равную приведенной высоте цели:

$$B = \frac{y}{Bв_{\text{п}}} = \frac{0{,}425}{0{,}77} = 0{,}55;\ p_{\text{в}} = \Phi(B) = \Phi(0{,}55) = 0{,}289, \text{ или } 28{,}9\%;$$

б) в полосу, равную приведенной ширине цели:

$$B = \frac{z}{Bб_{\text{п}}} = \frac{0{,}425}{0{,}75} = 0{,}57;\ p_{\text{б}} = \Phi(B) = \Phi(0{,}57) = 0{,}299, \text{ или } 29{,}9\%;$$

в) в цель:

$$p = p_{\text{в}} \cdot p_{\text{б}} = 0{,}289 \cdot 0{,}299 = 0{,}086, \text{ или } 8{,}6\%.$$

116. Вероятность попадания при стрельбе из автомата, а также из ручного пулемета из положения с колена, стоя, на ходу с ко-

роткой остановки определяется вышеуказанными способами отдельно для первых пуль очередей и для последующих пуль очередей.

Пример. Определить вероятность попадания в грудную фигуру при стрельбе из автомата Калашникова (АКМ) из положения лежа с упора на расстояние 400 м при условии, что ошибок в стрельбе нет.

Решение. 1. По таблицам находим: $Bв_1=0{,}17$ м, $Bб_1=0{,}15$ (для первых пуль очередей); $Bв_{пос}=0{,}23$ м, $Bб_{пос}=0{,}36$ м (для последующих пуль очередей); из приложения 4, таблица 6 приведенные размеры грудной фигуры: высота=0,45 м, ширина=0,45 м.

2. Определяем вероятность попадания для первой пули очереди:

а) в полосу, равную приведенной высоте цели:

$$B = \frac{0{,}225}{0{,}17} = 1{,}32;\ p_в = \Phi(B) = 0{,}627, \text{ или } 62{,}7\%;$$

б) в полосу, равную приведенной ширине цели:

$$B = \frac{0{,}225}{0{,}15} = 1{,}5;\ p_б = \Phi(B) = 0{,}688, \text{ или } 68{,}8\%;$$

в) в цель:

$$p = p_в \cdot p_б = 0{,}627 \cdot 0{,}688 = 0{,}431, \text{ или } 43{,}1\%.$$

3. Определяем вероятность попадания для любой последующей пули очереди:

$$p = \Phi\left(\frac{y}{Bв_{пос}}\right) \cdot \Phi\left(\frac{z}{Bб_{пос}}\right) = \Phi\left(\frac{0{,}225}{0{,}23}\right) \cdot \Phi\left(\frac{0{,}225}{0{,}36}\right) =$$

$$= \Phi(0{,}98) \cdot \Phi(0{,}62) = 0{,}491 \cdot 0{,}324 = 0{,}16, \text{ или } 16\%.$$

Вероятности попадания для первой пули очереди и для последующей пули очереди и коэффициент зависимости между ними затем учитываются при определении вероятности поражения цели заданным количеством патронов.

Вероятность поражения цели

117. При стрельбе из стрелкового оружия по одиночным живым целям и из гранатометов по одиночным бронированным целям одно попадание обычно дает поражение цели. Поэтому под вероятностью поражения одиночной цели понимается вероятность получения хотя бы одного попадания при заданном числе выстрелов.

118. Вероятность поражения цели при одном выстреле (P_1) численно равняется вероятности попадания в цель (p). Расчет вероятности поражения цели при этом условии сводится к определению вероятности попадания в цель.

Пример. Определить вероятность поражения снайпера противника (грудная фигура) с первого выстрела из снайперской винтовки обр. 1891/30 г. на расстояние 500 м; расстояние до цели определено глазомерно.

Решение. 1. По таблицам находим: $Bв=0{,}08$ м; $Bб=0{,}08$ м; из приложения 4, таблицы 7 и 6 ошибка в подготовке стрельбы по высоте $Eв=0{,}36$ м, приведенные размеры цели: высота равна 0,45 м, ширина 0,45 м.

2. Определяем суммарную (приведенную) ошибку в подготовке стрельбы по высоте:

$$Bв_{\text{п}} = \sqrt{Bв^2 + Eв^2} = \sqrt{0{,}08^2 + 0{,}36^2} = 0{,}37 \text{ м}.$$

3. Определяем вероятность попадания в цель:

а) в полосу, равную приведенной высоте цели:

$$B = \frac{0{,}225}{0{,}37} = 0{,}60;\ p_{\text{в}} = \Phi(B) = \Phi(0{,}60) = 0{,}314;$$

б) в полосу, равную приведенной ширине цели:

$$B = \frac{0{,}225}{0{,}08} = 2{,}81;\ p_{\text{б}} = \Phi(B) = \Phi(2{,}81) = 0{,}942;$$

в) в цель:

$$p = p_в \cdot p_б = 0{,}314 \cdot 0{,}942 = 0{,}296, \text{ или } 29{,}6\%.$$

Так как при попадании пули в снайпера будет наверняка получено его поражение, найденное значение вероятности попадания и есть вероятность поражения цели с первого выстрела, т. е. $p = P_I = 29{,}6\%$.

119. Вероятность поражения цели (P_I) при нескольких одиночных выстрелах, одной очередью или несколькими очередями, когда вероятность попадания для всех выстрелов одинакова, равна единице минус вероятность промаха в степени, равной количеству выстрелов (n), т. е.

$$P_I = 1 - (1 - p)^n,$$

где $(1 - p)$ — вероятность промаха.

Пример. Определить вероятность поражения реактивного противотанкового ружья при стрельбе из пулемета Калашникова одной очередью в 5 выстрелов на расстояние 600 м; ветер боковой; расстояние до цели определено глазомерно.

Решение. 1. По таблицам находим: *Вв сум* = =0,44 м, *Вб сум* = 0,61 м; из приложения 4, таблицы 7 и 6 срединная ошибка по высоте *Ев* = 0,63 м, по боковому направлению *Ен* = 0,43 м, коэффициент фигурности 0,72.

2. Определяем суммарную (приведенную) ошибку в подготовке стрельбы по высоте:

$$Вв_п = \sqrt{Вв\,сум^2 + Ев^2} = \sqrt{0{,}44^2 + 0{,}63^2} = 0{,}77 \text{ м}.$$

3. Определяем суммарную (приведенную) ошибку в подготовке стрельбы по боковому направлению:

$$Вб_п = \sqrt{Вб\,сум^2 + Ен^2} = \sqrt{0{,}61^2 + 0{,}43^2} = 0{,}75 \text{ м}.$$

4. Определяем вероятность попадания в цель:

$$p = \Phi\left(\frac{y}{Вв_п}\right) \cdot \Phi\left(\frac{z}{Вб_п}\right) \cdot K = \Phi\left(\frac{0{,}50}{0{,}77}\right) \cdot \Phi\left(\frac{0{,}50}{0{,}75}\right) \cdot 0{,}72 =$$

$$= \Phi(0{,}65) \cdot \Phi(0{,}67) \cdot 0{,}72 = 0{,}339 \cdot 0{,}349 \cdot 0{,}72 = 0{,}085,$$

или 8,5%.

5. Определяем вероятность поражения цели очередью в 5 выстрелов:

$$P_1 = 1 - (1 - p)^n = 1 - (1 - 0{,}085)^5 = 0{,}36, \text{ или } 36\%.$$

Найденная таким образом вероятность поражения цели характеризует **надежность стрельбы,** т. е. показывает, в скольких случаях из ста в среднем цель в данных условиях будет поражена не менее чем при одном попадании. По условиям примера при большом числе подобных стрельб в среднем на каждые 100 стрельб в 36 стрельбах будет получено не менее одного попадания в цель, в 64 стрельбах цель не будет поражена.

Стрельба считается достаточно надежной, если вероятность поражения цели не менее 80%.

120. Вероятность поражения цели при нескольких выстрелах одной очередью или несколькими очередями, когда вероятность попадания первых и последующих пуль (очередей) изменяется от выстрела (очереди) к выстрелу (очереди), равна единице минус вероятность промахов первых и последующих пуль очереди (очередей):

а) для одной очереди:

$$P_1 = 1 - (1 - p_{\text{пер}}) \cdot (1 - p_{\text{пос}})^{n-1};$$

б) для нескольких очередей (вероятность попадания от очереди к очереди не изменяется):

$$P_1 = 1 - (1 - p_{\text{пер}})^{\kappa} \cdot (1 - p_{\text{пос}})^{n-\kappa};$$

в) когда осуществляется ввод корректур (вероятность попадания от очереди к очереди изменяется):

$$P_1 = 1 - (1 - p_1)^{s_1} \cdot (1 - p_2)^{s_2} \ldots (1 - p_к)^{s_i},$$

где n — общее количество выстрелов;
$к$ — количество очередей;
s_1, s_2, s_i — количество выстрелов в очереди;
p_1, p_2, $p_к$ — вероятность попадания при одном выстреле первой, второй и т. д. очереди.

Пример. Определить вероятность поражения пулемета из автомата Калашникова (АКМ) одной очередью в 3 выстрела при стрельбе стоя из окопа на расстояние 300 м; ошибок в подготовке стрельбы нет (средняя траектория пройдет через середину цели).

Решение. 1. По таблицам находим: $Вв_1 = 0{,}12$ м, $Вб_1 = 0{,}11$ м, $Вв\ сум_{пос} = 0{,}23$ м, $Вб\ сум_{пос} = 0{,}33$ м; из приложения 4, таблица 6 приведенные размеры цели равны: высота равна 0,48 м, ширина 0,65 м.

2. Определяем вероятность попадания для первой пули очереди:

$$p_{пер} = \Phi\left(\frac{y}{Вв_1}\right) \cdot \Phi\left(\frac{z}{Вб_1}\right) = \Phi\left(\frac{0{,}24}{0{,}12}\right) \cdot \Phi\left(\frac{0{,}325}{0{,}11}\right) =$$

$$= \Phi(2{,}00) \cdot \Phi(2{,}96) = 0{,}822 \cdot 0{,}954 = 0{,}784, \text{ или } 78{,}4\%.$$

3. Определяем вероятность попадания для последующей пули очереди:

$$p_{пос} = \Phi\left(\frac{y}{Вв\ сум_{пос}}\right) \cdot \Phi\left(\frac{z}{Вб\ сум_{пос}}\right) = \Phi\left(\frac{0{,}24}{0{,}23}\right) \times$$

$$\times \Phi\left(\frac{0{,}325}{0{,}33}\right) = \Phi(1{,}04) \cdot \Phi(0{,}98) = 0{,}517 \cdot 0{,}491 =$$

$$= 0{,}253, \text{ или } 25{,}3\%.$$

4. Определяем вероятность поражения цели очередью в 3 выстрела:

$$P_1 = 1 - (1 - p_{пер}) \cdot (1 - p_{пос})^{n-1} = 1 - (1 - 0{,}784) \times$$
$$\times (1 - 0{,}253)^2 = 1 - 0{,}216 \cdot 0{,}747^2 = 0{,}88, \text{ или } 88\%.$$

Если вероятность попадания от выстрела к выстрелу не изменяется, вероятность поражения цели может быть определена по таблице вероятностей поражения цели (приложение 4, таблица 4), рассчитанной для различной величины вероятности попадания (p) и числа выстрелов (n).

Пример. Определить вероятность поражения противотанкового гранатомета при стрельбе из ручного пулемета Калашникова одной очередью в 5 выстрелов, если вероятность попадания равна 0,30.

Решение. По таблице 4, приложение 4 в вертикальной графе, обозначенной буквой p, находим значение вероятности попадания, равное 0,30; в горизонтальной строчке против числа, соответствующего числу выстрелов (n), равному 5, находим вероятность поражения цели; она равна $P_1 = 0{,}83$, или 83%.

При определении вероятности поражения целей автоматическим огнем по формулам, указанным в ст. 119 и 120, получаются завышенные результаты (на 3—7%). Поэтому при более точных подсчетах вероятностей поражения цели пользуются специальными формулами, учитывающими коэффициент зависимости выстрелов.

Математическое ожидание числа (процента) пораженных фигур групповой цели

121. Математическим ожиданием числа (процента) пораженных фигур в групповой цели называется среднее число (процент) по-

раженных фигур, которое можно получить, если повторить стрельбу большое число раз в одинаковых условиях.

122. Среднее число пораженных фигур в групповой цели численно равно сумме вероятностей поражения всех одиночных фигур. Если групповая цель состоит из одинаковых по размерам фигур, то среднее число пораженных фигур в групповой цели (A_N) численно равно вероятности поражения одной фигуры (P_1), умноженной на число фигур в ней (N), т. е.

$$A_N = P_1 \cdot N.$$

Если неизвестно количество фигур, составляющих групповую цель, то математическое ожидание числа пораженных фигур характеризуется средним ожидаемым процентом пораженных фигур в ней.

Средний ожидаемый процент пораженных фигур в групповой цели, состоящей из одинаковых по размерам фигур, при стрельбе с искусственным рассеиванием или последовательным переносом огня численно равен вероятности поражения любой одиночной фигуры групповой цели при том же числе выстрелов, т. е.

$$A_N = P_1 \text{ (в процентах)}.$$

Пример. Определить средний ожидаемый процент пораженных фигур в групповой цели, состоящей из грудных фигур, замаскированных в кустарнике на фронте 40 *м* на расстоянии 300 м, при стрельбе из станкового пулемета СГМБ 100 патронами с рассеиванием на ширину кустарника, если ошибок в стрельбе нет (средняя траектория по высоте пройдет посредине цели).

Решение. 1. По таблицам находим: $B_в$=0,15 м; при стрельбе с рассеиванием по фронту $B_в$ увеличивается в 1,4 раза; из приложения 4, таблица 6 высота цели равна 0,5 м, площадь одной фигуры 0,20 м^2.

2. Определяем срединное отклонение по высоте при стрельбе с рассеиванием по фронту:

$$B_в = 0{,}15 \text{ м} \cdot 1{,}4 = 0{,}21 \text{ м}.$$

3. Определяем вероятность попадания в полосу, равную высоте цели:

$$B = \frac{0{,}25}{0{,}21} = 1{,}19;$$

по табл. 1 приложения 4 находим:

$$p_в = 0{,}578.$$

4. Определяем вероятность попадания в одну фигуру групповой цели:

$$p = p_в \cdot \frac{S_ц}{S_{пр}} = 0{,}578 \cdot \frac{0{,}20}{0{,}5 \cdot 40} \approx 0{,}006, \text{ или } 0{,}6\%.$$

5. Определяем вероятность поражения одной фигуры групповой цели:

$$P_1 = 1 - (1 - p)^n = 1 - (1 - 0{,}006)^{100} = 1 - 0{,}994^{100} =$$
$$= 1 - 0{,}55 = 0{,}45, \text{ или } 45\%.$$

6. Средний ожидаемый процент пораженных фигур в групповой цели будет равен вероятности поражения одиночной фигуры этой цели, т. е. 45%.

Это означает, что при большом числе таких стрельб по 100 выстрелов при возможно одинаковых условиях можно на каждую стрельбу ожидать в среднем 45% пораженных фигур от общего их количества, однако при некоторых из этих стрельб процент пораженных фигур может быть больше или меньше среднего процента.

Математическое ожидание числа попаданий и средний ожидаемый расход боеприпасов и времени

123. Математическим ожиданием числа попаданий называется среднее число попаданий, которое можно получить, если повторить

стрельбу большое число раз в возможно одинаковых условиях.

Математическое ожидание числа попаданий при одном выстреле численно равно вероятности попадания.

Математическое ожидание числа попаданий при нескольких выстрелах (a_n), если вероятность попадания (p) для всех выстрелов одинакова, равно произведению количества выстрелов (n) на вероятность попадания при одном выстреле, т. е.

$$a_n = n \cdot p.$$

Для случая, когда вероятность попадания от выстрела к выстрелу меняется,

$$a_n = p_1 + p_2 + p_3 + \ldots + p_n,$$

где p_1, p_2 ... p_n — вероятность попадания при соответствующем выстреле.

Пример. Определить математическое ожидание числа попаданий при 5 выстрелах из ручного пулемета Калашникова, если вероятность попадания при одном выстреле равна 0,4 и от выстрела к выстрелу не меняется.

Решение. Математическое ожидание числа попаданий равно $a_n = n \cdot p = 5 \cdot 0{,}4 = 2$ попаданиям.

Это значит, что при большом числе стрельб по 5 выстрелов на каждую стрельбу будет приходиться в среднем по 2 попадания.

124. Средний ожидаемый расход боеприпасов, необходимых для поражения цели, равен частному от деления требуемого числа попаданий (математического ожидания числа по-

паданий) на вероятность попадания при одном выстреле, т. е.

$$n = \frac{a_n}{p}.$$

Для стрельбы по живым целям требуемое число попаданий принимается равным: при стрельбе одиночными выстрелами, когда возможно наблюдение за результатами каждого выстрела и стрельба прекращается сразу же после поражения цели, — **одному попаданию;** при стрельбе автоматическим огнем — **математическому ожиданию числа попаданий,** рассчитанному исходя из заданной вероятности поражения цели (надежности стрельбы).

Математическое ожидание числа попаданий в зависимости от заданной вероятности поражения цели указано в табл. 3 приложения 4.

Пример 1. Определить среднее ожидаемое количество патронов, необходимое для получения одного попадания при стрельбе из самозарядного карабина Симонова в наблюдателя противника, если вероятность попадания $p=0{,}20$.

Решение.

$$n = \frac{1}{p} = \frac{1}{0{,}20} = 5 \text{ патронов.}$$

Пример 2. Определить среднее ожидаемое количество патронов, необходимое для поражения групповой цели, состоящей из бегущих фигур на фронте 20 м на расстоянии 400 м, при стрельбе из станкового пулемета Горюнова с рассеиванием по фронту, если вероятность попадания в цель $p=0{,}03$ и требуется поразить цель с надежностью $P_1=0{,}50$, или 50%.

Решение. 1. Из таблицы 3 приложения 4 находим, что вероятности поражения (надежности стрельбы) $P_1 = 0{,}50$ соответствует математическое ожидание числа попаданий $a_n = 0{,}7$.

2. Определяем среднее ожидаемое количество патронов, необходимое для поражения цели:

$$n = \frac{a_n}{p} = \frac{0{,}7}{0{,}03} = 24 \text{ патрона.}$$

Средний ожидаемый расход патронов (гранат) для поражения цели характеризует **экономичность стрельбы**, т. е. показывает, каким количеством боеприпасов можно в среднем решить данную огневую задачу.

Средний ожидаемый расход патронов для поражения групповой цели при стрельбе с рассеиванием по фронту можно также определить по формуле

$$n = \frac{a_n \cdot B}{p_в \cdot 2z \cdot K},$$

где n — количество патронов, необходимое для поражения заданного числа (процента) фигур;

a_n — математическое ожидание числа попаданий, равное: для поражения 80% фигур — 1,609; для поражения 50% фигур — 0,693 попадания (в приложении 4, таблица 3, эти величины округлены);

B — ширина фронта в м, занятого целями;

$p_в$ — вероятность попадания в полосу, равную высоте цели;

$2z$ — ширина отдельной цели;

K — коэффициент фигурности цели.

125. Средний ожидаемый расход патронов (n) для поражения цели при стрельбе очередями равен числу выстрелов в очереди (s), деленному на вероятность поражения цели при данной длине очереди (P_I), т. е.

$$n = \frac{s}{P_I}.$$

Количество патронов, данное в таблицах стрельбы, рассчитано исходя из характеристики рассеивания для лучших стрелков и длины очереди в 3 патрона.

Пример. Определить среднее количество патронов (n), необходимое для поражения пулемета при стрельбе очередями (s) по 3 патрона на расстояние 400 м, если вероятность поражения цели при одной очереди в 3 выстрела $P_I = 0{,}54$, или 54%.

Р е ш е н и е. Определим средний ожидаемый расход патронов:

$$n = \frac{s}{P_I} = \frac{3}{0{,}54} = 6 \text{ патронов.}$$

Если известна вероятность попадания в цель (p) и задана надежность стрельбы (P_I), то средний ожидаемый расход патронов (n) может быть определен по таблице 4 приложения 4.

126. Среднее ожидаемое время на выполнение огневой задачи складывается из времени на подготовку стрельбы и времени на стрельбу. Время на саму стрельбу определяется делением среднего ожидаемого расхода боеприпасов на боевую скорострельность оружия с учетом режима огня.

Среднее ожидаемое время, так же как и средний ожидаемый расход боеприпасов, характеризует экономичность стрельбы.

Наивыгоднейшие значения надежности и экономичности стрельбы будут при наибольшей вероятности попадания.

Зависимость действительности стрельбы от различных причин

127. Действительность стрельбы зависит от способа ведения огня, дальности стрельбы, характера цели, условий наблюдения, степени обученности стреляющих и ряда других причин.

Огонь из стрелкового оружия наиболее действителен с места из устойчивых положений (лежа с упора, стоя из окопа и т. д.), но это не значит, что эти положения должны быть основными. При выборе способа стрельбы необходимо руководствоваться сложившейся обстановкой.

С увеличением дальности стрельбы уменьшается действительность огня. Объясняется это тем, что с увеличением дальности увеличивается рассеивание, возрастают ошибки в подготовке стрельбы, уменьшается вероятность попадания.

Чем больше размеры цели и лучше условия наблюдения, тем действительнее стрельба. Если цель ведет ответный огонь, то сокращается время на стрельбу, увеличиваются ошибки в наводке и в подготовке стрельбы и, следовательно, снижается действительность стрельбы.

Лучше подготовленный стреляющий допускает меньшие ошибки в подготовке стрельбы и наводке оружия, что приводит к увеличению вероятности попадания и действительности стрельбы.

128. При стрельбе подразделением по рубежам, по маскам, в условиях ограниченной видимости действительность огня повышается с увеличением плотности огня.

Плотностью огня называется количество пуль, приходящихся на погонный метр определенного рубежа, выпускаемых подразделением в единицу времени (в минуту) из всех видов оружия.

Плотность огня зависит от количества оружия, его видов и боевой скорострельности и от ширины участка, по которому ведется огонь.

Боевой скорострельностью оружия называется число выстрелов, которое можно произвести в единицу времени (в минуту) при точном выполнении приемов и правил стрельбы, с учетом времени, необходимого для перезаряжания оружия, корректирования и переноса огня с одной цели на другую.

Технической скорострельностью (темпом стрельбы) автоматического оружия называется количество выстрелов непрерывного огня, которое данный образец оружия может дать в единицу времени.

Пример. Определить плотность огня мотострелкового взвода в обороне по рубежу шириной 400 м, если во взводе 16 автоматов, 2 ручных и 2 станковых пулемета.

Решение. 1. Определяем общее количество пуль, выпускаемых из всех видов оружия в одну минуту:

Виды оружия	Количество оружия	Боевая скорострельность	Всего пуль в минуту
Станковый пулемет . .	2	250	500
Ручной пулемет	2	150	300
Автомат	16	100	1600
Всего . . .			2400 пуль

2. Определяем плотность огня. Она равна:

$\frac{2400}{400} = 6$ пуль на 1 погонный метр в минуту.

129. Признаками действительности огня являются: видимое поражение цели и изменение в поведении противника (прекращение передвижения, перемещение цели в укрытое место, замешательство в боевом порядке противника, ослабление или прекращение огня противника).

Признаками, указывающими на малую действительность своего огня, являются: отсутствие потерь у противника, меткий и организованный огонь противника, безостановочное движение противника и т. п.

130. По степени наносимого противнику поражения из стрелкового оружия могут применяться: огонь на уничтожение и огонь на подавление цели.

Огонь на уничтожение цели заключается в нанесении ей такого поражения, при котором она полностью теряет свою боеспособность. Уничтожение цели достигается при вероятности поражения цели (математическом ожидании числа пораженных фигур), равной не менее 80%.

Огонь на подавление цели заключается в нанесении ей такого поражения, которое временно лишает ее боеспособности, ограничивает или воспрещает маневр и нарушает управление. Подавление цели достигается при вероятности поражения цели (математическом ожидании числа пораженных фигур), равной не менее 50%.

131. В зависимости от направления стрельбы различаются следующие виды огня из стрелкового оружия (рис. 50):

— **фронтальный** — огонь, направленный к фронту цели; он более действителен по глубоким целям и менее действителен по широким целям;

— **фланговый** — огонь, направленный во фланг цели; этот вид огня наиболее действителен;

— **перекрестный** — огонь, ведущийся по одной цели не менее чем с двух направлений; перекрестный огонь наиболее действителен, если открывается внезапно.

132. По тактическому назначению огонь бывает:

— **кинжальный** — огонь из пулеметов, открываемый внезапно с близких расстояний в одном определенном направлении; он подго-

тавливается на расстояниях, не превышающих дальность прямого выстрела для грудных фигур, и ведется с тщательно замаскиро-

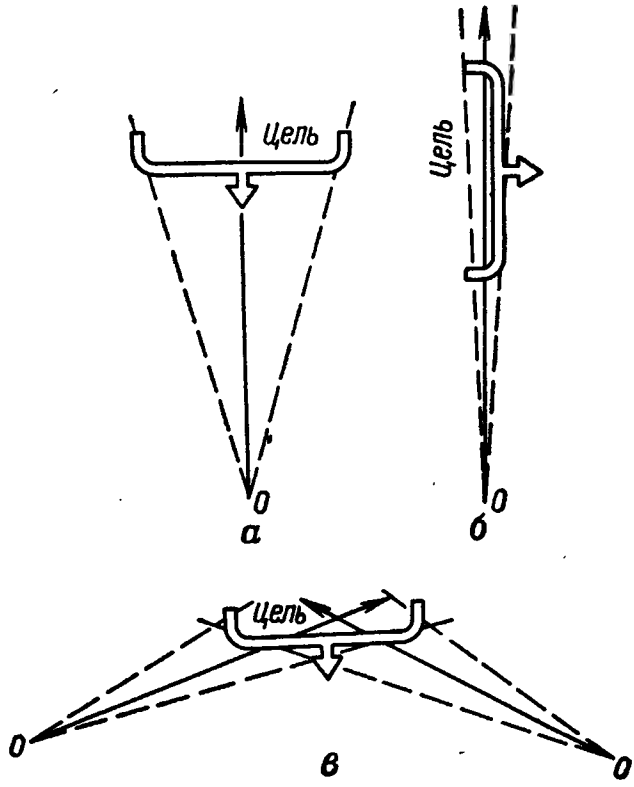


Рис. 50. Виды огня из стрелкового оружия в зависимости от направления стрельбы:
а — фронтальный; *б* — фланговый; *в* — перекрестный

ванной позиции с предельным напряжением огня до полного уничтожения противника или до воспрещения его попыток продвижения в данном направлении;

— **сосредоточенный** — огонь нескольких пулеметов, гранатометов, автоматов и т. д., а также огонь одного или нескольких подразделений, направленный по одной цели или по части боевого порядка противника; сосредоточенным огнем достигается наиболее быстрое уничтожение или подавление противника.

133. По напряженности стрельбы из стрелкового оружия различаются следующие виды огня:

— из винтовок и карабинов — **одиночными выстрелами;**

— из автоматов — **короткими и длинными очередями и одиночными выстрелами;**

— из пулеметов — **короткими и длинными очередями и непрерывный.**

134. По способу стрельбы из станковых и крупнокалиберных пулеметов огонь бывает:

— **огонь в точку,** ведущийся при закрепленных механизмах наводки по одиночным целям;

— **огонь с рассеиванием по фронту,** ведущийся для поражения широких целей при откреплённом механизме горизонтальной наводки;

— **огонь с рассеиванием в глубину,** ведущийся по глубоким целям при откреплённом механизме тонкой наводки;

— **огонь с одновременным рассеиванием по фронту и в глубину,** ведущийся по широким и глубоким целям, расположенным на некоторой площади, а также по хорошо замаскированным целям.

135. На основании исследования явлений, сопровождающих стрельбу, и оценки ее действительности вырабатываются правила стрельбы, обеспечивающие при систематическом их применении получение наилучших результатов поражения цели с наименьшим расходом боеприпасов и времени, и требования к образцам вооружения.

Заблаговременно разработанные на основании теории стрельбы правила и требования уточняются опытными стрельбами.

Из теории стрельбы известно, что наилучших результатов стрельбы и наименьшего расхода боеприпасов и времени можно ожидать при совмещении средней точки попадания (центра рассеивания) с серединой цели. Поэтому правила стрельбы для стрелкового оружия предусматривают положение о том, как необходимо выбирать (определять) установки прицела, целика и точку прицеливания в зависимости от расстояния до цели, ее характера (движущаяся, групповая и т. д.) и условий стрельбы (безветрие, ветер, мороз и т. д.), при которых средняя траектория прошла бы через середину цели, и как необходимо вести стрельбу, корректировать огонь, чтобы цель была поражена в кратчайший срок с наименьшим расходом боеприпасов (способ стрельбы, вид огня и т. д.).

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

СВЕДЕНИЯ О ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВАХ

Взрыв и его характеристика

1. Взрывчатые вещества служат источником энергии, необходимой для метания (бросания) пуль, мин, гранат, для их разрыва, а также для выполнения различных взрывных работ.

Взрывчатыми веществами называются такие химические соединения и смеси, которые способны под влиянием внешних воздействий к очень быстрым химическим превращениям, сопровождающимся выделением тепла и образованием большого количества сильно нагретых газов, способных производить работу метания или разрушения.

Пороховой заряд винтовочного патрона весом 3,25 г при выстреле сгорает примерно за 0,0012 сек. При сгорании заряда выделяется около 3 больших калорий тепла и образуется около 3 л газов, температура которых в момент выстрела равна 2400—2900°. Газы, будучи сильно нагретыми, оказывают высокое давление (до 2900 кг/см^2) и выбрасывают пулю из канала ствола со скоростью свыше 800 м/сек.

2. Процесс быстрого химического изменения взрывчатого вещества из твердого (жидкого) состояния в газообразное, сопровождающийся превращением его потенциальной энергии в механическую работу, называется **взрывом.** При взрыве, как правило, происходит реакция соединения кислорода с горючими элементами взрывчатого вещества (водородом, углеродом, серой и др.).

Взрыв может быть вызван: механическим воздействием — ударом, наколом, трением; тепловым (электрическим) воздействием — нагревом, искрой, лучом пламени; энергией взрыва другого взрывчатого вещества, чувствительного к тепловому или механическому воздействию (взрывом капсюля-детонатора).

3. В зависимости от химического состава взрывчатых веществ и условий взрыва (силы внешнего воздействия, давления и температуры, количества и плотности вещества и т. п.) взрывчатые превращения могут происходить в двух основных формах, существенно различающихся по скорости: горение и взрыв (детонация).

Горение — процесс превращения взрывчатого вещества, протекающий со скоростью нескольких метров в секунду и сопровождающийся быстрым нарастанием давления газов; в результате его происходит метание или разбрасывание окружающих тел.

Примером горения взрывчатого вещества является горение пороха при выстреле. Скорость горения пороха прямо пропорциональна давлению. На открытом воздухе скорость

горения бездымного пороха равна около 1 мм/сек, а в канале ствола при выстреле, вследствие повышения давления, скорость горения пороха увеличивается и достигает нескольких метров в секунду.

Взрыв — процесс превращения взрывчатого вещества, протекающий со скоростью в несколько сот (тысяч) метров в секунду и сопровождающийся резким повышением давления газов, которое производит сильное разрушительное действие на вблизи лежащие предметы. Чем больше скорость превращения взрывчатого вещества, тем больше сила его разрушения. Когда взрыв протекает с максимально возможной в данных условиях скоростью, то такой случай взрыва называется **детонацией**. Большинство взрывчатых веществ способно в определенных условиях детонировать.

Примером детонации взрывчатого вещества является детонация тротилового заряда и разрыв снаряда. Скорость детонации тротила доходит до 6990 м/сек.

Детонация некоторого количества взрывчатого вещества может вызвать взрыв другого взрывчатого вещества, находящегося в непосредственном соприкосновении с ним или на определенном расстоянии от него. На этом основано устройство и применение капсюлей-детонаторов.

Передача детонации на расстояние связана с распространением в среде, окружающей взрываемый заряд, резкого повышения давления — ударной волны. Поэтому возбуждение

взрыва этим способом почти ничем не отличается от возбуждения взрыва посредством механического удара.

Деление взрывчатых веществ по характеру их действия и практическому применению

4. По характеру действия и практическому применению взрывчатые вещества делятся на инициирующие, дробящие (бризантные), метательные и на пиротехнические составы.

5. **Инициирующими** называются такие взрывчатые вещества, которые обладают большой чувствительностью, взрываются от незначительного теплового или механического воздействия и своей детонацией вызывают взрыв других взрывчатых веществ.

Основными представителями инициирующих взрывчатых веществ являются гремучая ртуть, азид свинца, стифнат свинца и тетразен.

Инициирующие взрывчатые вещества применяются для снаряжения капсюлей-воспламенителей и капсюлей-детонаторов. Инициирующие взрывчатые вещества и изделия, в которых они применены, очень чувствительны к различного рода внешним воздействиям, поэтому они требуют осторожного обращения.

6. **Дробящими (бризантными)** называются такие взрывчатые вещества, которые взрываются, как правило, под действием детонации инициирующих взрывчатых веществ и при взрыве производят дробление окружающих предметов.

Основными представителями дробящих взрывчатых веществ являются: тротил (тол), мелинит, тетрил, гексоген, тэн, аммониты и др.

Дробящие взрывчатые вещества применяются в качестве разрывных зарядов мин, гранат, снарядов, а также используются при взрывных работах.

К дробящим веществам также относятся пироксилин и нитроглицерин, которые применяются в качестве исходного материала для изготовления бездымных порохов.

7. **Метательными** называются такие взрывчатые вещества, которые имеют взрывчатое превращение в виде горения при сравнительно медленном нарастании давления, что позволяет использовать их для метания пуль, мин, гранат, снарядов.

Основными представителями метательных взрывчатых веществ являются пороха (дымный и бездымные).

Дымный порох представляет собой механическую смесь селитры, серы и древесного угля.

Бездымные пороха делятся на пироксилиновый и нитроглицериновый порох.

Пироксилиновый порох изготавливается путем растворения смеси (в определенных пропорциях) влажного растворимого и нерастворимого пироксилина в спирто-эфирном растворителе.

Нитроглицериновый порох изготавливается из смеси (в определенных пропорциях) пироксилина с нитроглицерином.

В бездымные пороха могут добавляться: стабилизатор — для предохранения пороха от химического разложения при длительном хранении; флегматизатор — для замедления скорости горения внешней поверхности зерен пороха; графит — для достижения сыпучести и устранения слипания зерен. В качестве ста-

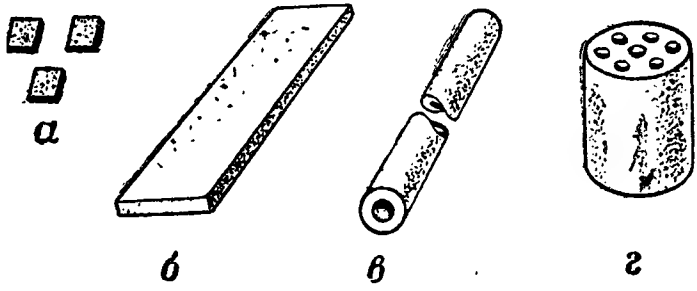


Рис. 51. Форма зерен бездымного пороха: *а* — пластинки; *б* — лента; *в* — трубка; *г* — цилиндр с семью каналами

билизатора наиболее часто применяется дифениламин, а в качестве флегматизатора — камфора.

Дымные пороха применяются для снаряжения запалов к ручным гранатам, дистанционных трубок, взрывателей, изготовления огнепроводного шнура и др.

Бездымные пороха применяются в качестве боевых (пороховых) зарядов огнестрельного оружия: пироксилиновые пороха — главным образом в пороховых зарядах патронов стрелкового оружия, нитроглицериновые, как более мощные, — в боевых зарядах гранат, мин, снарядов.

8. Зерна бездымного пороха могут иметь форму пластинки, ленты, одноканальной или многоканальной трубки или цилиндра (рис. 51).

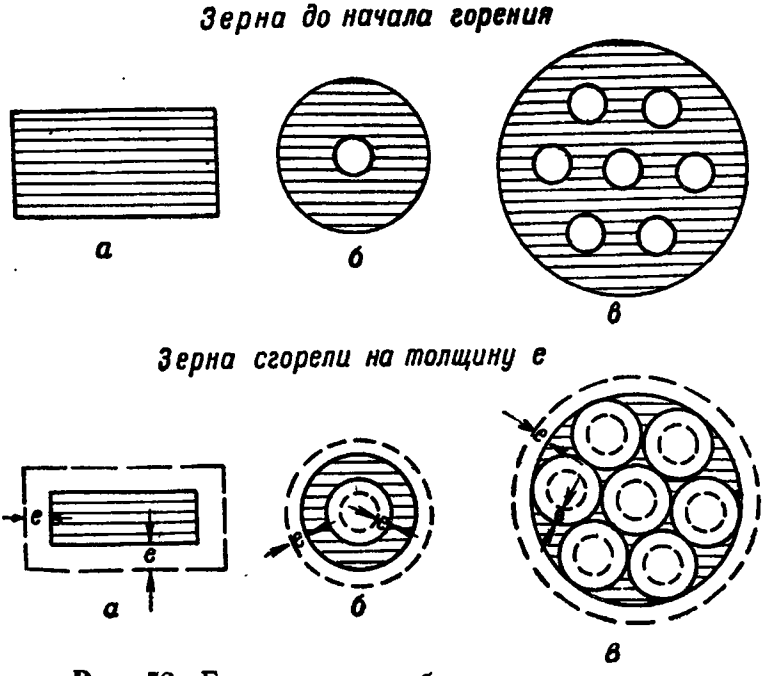


Рис. 52. Горение зерен бездымного пороха:
а — дегрессивной формы; *б* — с постоянной поверхностью горения; *в* — прогрессивной формы

Количество газов, образующихся в единицу времени при горении зерен пороха, пропорционально их горящей поверхности. В процессе горения пороха одного и того же состава в зависимости от его формы горящая поверхность, а следовательно, и количество газов, образующихся в единицу времени, могут уменьшаться, оставаться постоянными или увеличиваться (рис. 52).

Пороха, поверхность зерен которых уменьшается по мере их сгорания, называются **порохами дегрессивной формы.** Это, например, пластинка и лента.

Пороха, поверхность зерен которых при горении остается постоянной, называются **порохами с постоянной поверхностью горения,** например, трубка с одним каналом, цилиндр с одним каналом. Зерна такого пороха горят одновременно и внутри и с внешней поверхности. Уменьшение наружной поверхности горения возмещается увеличением внутренней поверхности, так что общая поверхность остается постоянной на все время горения, если не принимать во внимание горение трубки с торцов.

Пороха, поверхность зерен которых по мере их сгорания увеличивается, называются **порохами прогрессивной формы,** например, трубка с несколькими каналами, цилиндр с несколькими каналами. При горении зерна такого пороха поверхность каналов увеличивается; это создает общее увеличение горящей поверхности зерна до момента распада его на части, после чего горение происходит по типу горения пороха дегрессивной формы.

Прогрессивное горение пороха может быть достигнуто введением в наружные слои одноканального порохового зерна флегматизатора.

При горении пороха различают три фазы: зажжение, воспламенение, горение.

Зажжение — это возбуждение процесса горения в какой-либо части порохового заряда путем быстрого нагрева этой части до темпе-

ратуры зажжения, которая для дымных порохов составляет 270—320°, для бездымных — около 200°.

Воспламенение — это распространение пламени по поверхности заряда.

Горение — это проникновение пламени в глубину каждого зерна пороха.

Изменение количества газов, образующихся при горении пороха в единицу времени, оказывает влияние на характер изменения давления газов и скорости движения пули по каналу ствола. Поэтому для каждого вида патронов и оружия подбирается пороховой заряд определенного состава, формы и веса.

9. **Пиротехнические составы** представляют собой смеси горючих веществ (магния, фосфора, алюминия и др.), окислителей (хлоратов, нитратов и др.) и цементаторов (естественные и искусственные смолы и др.). Кроме того, они содержат примеси специального назначения: вещества, окрашивающие пламя; вещества, уменьшающие чувствительность состава, и др. Преимущественной формой превращения пиротехнических составов в обычных условиях их применения является горение. Сгорая, они дают соответствующий пиротехнический (огневой) эффект (осветительный, зажигательный и т. п.).

Пиротехнические составы применяются для снаряжения осветительных и сигнальных патронов, трассирующих и зажигательных составов пуль, гранат, снарядов и т. п.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

МЕРА ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ — ТЫСЯЧНАЯ

1. За единицу измерения углов (меру углов) в стрелковой практике принимают центральный угол, длина дуги которого равна 1/6000 части длины окружности (рис. 53). Эту угловую единицу называют **делением угломера.**

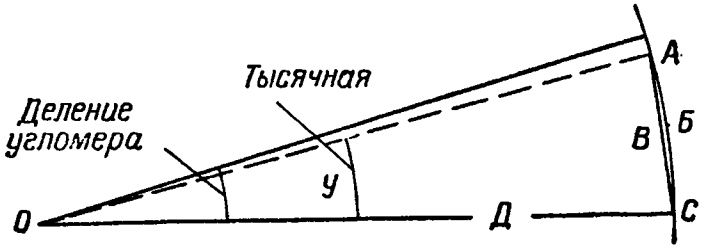


Рис. 53. Деление угломера и тысячная:
АБС — дуга; *АС* — хорда

Как известно из геометрии, длина окружности равна $2\pi R$, или $6{,}28R$ (R — радиус окружности). Если окружность разделить на 6000 равных частей, то каждая такая часть будет равна:

$$\frac{6{,}28R}{6000} = \frac{1}{955}R \text{ или округленно } \frac{1}{1000}R.$$

Длина дуги, соответствующая этому углу, равна 1/955 (округленно 1/1000) длины радиуса этой окружности. Поэтому деление угломера обычно называют **тысячной.**

Относительная ошибка, которая получается при этом округлении, равна 4,5%, или округленно 5%, т. е. тысячная на 5% меньше деления угломера. В практике этой ошибкой пренебрегают.

2. Деление угломера (тысячная) позволяет легко переходить от угловых единиц к линейным и обратно, так как длина дуги, соответствующая делению угломера, на всех расстояниях равна одной тысячной длины радиуса, равного дальности стрельбы.

Углу в одну тысячную соответствует дуга, равная на расстоянии 1000 м — 1 м (1000 м : 1000), на расстоянии 500 м — 0,5 м (500 : 1000) и т. д.

Углу в несколько тысячных соответствует длина дуги B, равная одной тысячной дальности $\left(\frac{Д}{1000}\right)$, умноженной на угол, содержащий $У$ тысячных, т. е. $B = \frac{Д \cdot У}{1000}$, откуда $Д = \frac{B \cdot 1000}{У}$ и $У = \frac{B \cdot 1000}{Д}$.

Полученные формулы называются **формулами тысячной** и имеют широкое применение в стрелковой практике.

В данных формулах $Д$ — дальность до предмета в метрах; $У$ — угол, под которым виден предмет в тысячных; B — высота (ширина) предмета в метрах, т. е. длина хорды, а не дуги, однако при малых углах (до 15°) разница между длиной дуги и хорды не превышает одной тысячной, поэтому при практической работе они считаются равными.

Пример 1. Танк противника высотой 2,8 м виден под углом 0-05. Определить расстояние до цели ($Д$).

Решение. $Д = \frac{2{,}8 \cdot 1000}{5} = 560$ м.

Пример 2. После первого выстрела по пулемету противника на расстояние 500 м снайпер наблюдал отклонение трассы влево на одну фигуру от середины цели. Определить боковую поправку в тысячных ($У$).

Решение. $У = \frac{0{,}75 \cdot 1000}{500} = 1{,}5$ тысячных.

Измерение углов в делениях угломера (тысячных) может производиться: угломерным кругом буссоли, сеткой бинокля и перископа, артиллерийским кругом (на карте), целиком прицела, механизмом боковых поправок снайперского прицела и подручными предметами.

Точность углового измерения с помощью того или иного прибора зависит от точности шкалы на нем.

При использовании для измерения углов подручных предметов необходимо заранее определить их угловую величину. Для этого нужно вытянуть руку с подручным предметом на уровне глаза и заметить на местности у краев предмета какие-либо точки, затем с помощью угломерного прибора (бинокль, буссоль и т. п.) точно измерить угловую величину между этими точками.

Угловую величину подручного предмета можно также определить с помощью миллиметровой линейки. Для этого ширину (толщи-

ну) предмета в миллиметрах необходимо умножить на 2 тысячных, так как одному миллиметру линейки при ее удалении на 50 см от глаза соответствует по формуле тысячной угловая величина в 2 тысячных.

3. Углы, выраженные в тысячных, записываются через черточку и читаются раздельно: сначала сотни, а затем десятки и единицы; при отсутствии сотен или десятков записывается и читается ноль.

Например:

1705 тысячных записываются 17-05, читаются — семнадцать ноль пять;

130 тысячных записываются 1-30, читаются — один тридцать;

100 тысячных записываются 1-00, читаются — один ноль;

одна тысячная записывается 0-01, читается — ноль ноль один.

4. При решении огневых задач бывает необходимо перейти от градусного измерения углов к тысячной и наоборот.

Так как окружность имеет 360°, или 6000 делений угломера (тысячных), то одному делению угломера (тысячной) будет соответствовать 3′,6, $\left(\frac{360 \cdot 60'}{6000} = \frac{21600'}{6000} = 3',6\right)$, т. е. 0-01 = 3′,6.

Применяя подобные решения, определено, что 1° ≈ 0-17, 1-00 = 6° и т. п.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ОБОСНОВАНИЕ ПРАВИЛ ПРОВЕРКИ БОЯ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ И ПРИВЕДЕНИЯ ЕГО К НОРМАЛЬНОМУ БОЮ

1. Одним из существенных факторов, влияющих на результаты стрельбы, является качество проверки боя оружия и приведения его к нормальному бою. Поэтому проверка боя оружия и приведение его к нормальному бою должны производиться с особой тщательностью и точностью.

2. **Проверка боя оружия** производится с целью выявления соответствия положения средней точки попадания и рассеивания пуль установленным нормам. Эти нормы даются для каждого вида оружия в соответствующих наставлениях по стрелковому делу.

Проверка боя оружия производится:

— при поступлении его в подразделение;

— после ремонта оружия и замены частей, которые могли бы изменить его бой;

— при обнаружении во время стрельбы значительных отклонений пуль;

— в условиях боевой обстановки — периодически при каждой возможности.

Перед проверкой боя оружие должно быть тщательно осмотрено и, если нужно, отремонтировано.

Если при проверке боя окажется, что положение средней точки попадания или рассеивание пуль не удовлетворяет установленным требованиям, то оружие приводится к нормальному бою.

3. **Приведение оружия к нормальному бою** производится стрельбой с последующей регулировкой прицельных приспособлений.

При приведении оружия к нормальному бою прицельной линии придается необходимое положение по отношению к оси канала ствола. После приведения оружия к нормальному бою на одной установке прицела всем остальным установкам прицела будут соответствовать необходимые углы прицеливания и превышения средних траекторий над линией прицеливания для данного экземпляра оружия на все дальности стрельбы.

4. Проверка боя и приведение оружия к нормальному бою организуются командиром роты (батареи, взвода). Прямые начальники до командира части включительно обязаны следить за точным соблюдением правил проверки боя оружия и приведения его к нормальному бою.

5. Стрельба при проверке боя и приведении оружия к нормальному бою производится пристрельщиками, отобранными из числа лучших стрелков (автоматчиков, пулеметчиков).

В тех случаях, когда стрелок (автоматчик, пулеметчик) ввиду индивидуальных особенностей имеет при стрельбе неустранимую ошибку в наводке оружия, разрешается приводить оружие к нормальному бою лично самому стрелку.

При проверке боя оружия и приведении его к нормальному бою должны присутствовать

лица, за которыми закреплено оружие, их командиры отделений и оружейный мастер (техник) с необходимым инструментом.

6. Пристрельщики отбираются из числа офицеров, сержантов и солдат, показавших лучшие и устойчивые результаты выполнения упражнений Курса стрельб. Для стрельбы с целью отбора пристрельщиков выбирается по одному экземпляру каждого вида оружия, приведенному к нормальному бою и лучшему по меткости.

Стрельба при отборе пристрельщиков производится по правилам проверки боя оружия, указанным в наставлениях по стрелковому делу.

С целью создания одинаковых условий и выявления стрелков, имеющих резко выраженные индивидуальные особенности, офицеры, сержанты и солдаты, из которых будут отобраны пристрельщики по каждому виду оружия, производят стрельбу поочередно из одного и того же экземпляра оружия (каждый по своей мишени) и по окончании стрельбы к мишеням не допускаются. Чтобы исключить случайные результаты и не ошибиться в отборе пристрельщиков, стрельбу следует повторить два — четыре раза, учитывая допускаемый режим огня для данного образца оружия. Стрельба должна производиться в течение одного дня.

По результатам стрельбы каждого стрелявшего определяются габарит рассеивания, положение средней точки попадания и отклонение ее от контрольной точки по высоте и бо-

ковому направлению для каждой группы выстрелов.

Пристрельщиками по каждому виду оружия могут быть только те, у которых средние точки попадания отклоняются от контрольной точки не более чем на допустимую величину и габариты рассеивания пуль не превышают габаритов, указанных в правилах проверки боя оружия.

7. Стрельба при проверке боя оружия и приведении его к нормальному бою производится в ясные, безветренные дни или на защищенном от ветра участке стрельбища. Прицельные приспособления должны быть укрыты от прямых солнечных лучей и не должны блестеть. С целью облегчения устранения сваливания оружия и для удобства прицеливания щиты с мишенями устанавливаются строго по отвесу, а точка прицеливания должна находиться примерно на высоте (уровне) головы пристрельщика.

8. Стрельба из винтовки, карабина и автомата производится из положения лежа с упора. В качестве упора может быть использован мешок, нетуго набитый древесными опилками или песком. Можно применять упор из дерна. Стрельба из пулеметов производится из положения лежа на грунте средней плотности (дернистом грунте). Стрельба из пистолета (револьвера) производится из положения стоя или лежа, как с упора, так и без него.

9. Наиболее выгодной **формой мишени** для приведения оружия к нормальному бою яв-

ляется прямоугольник или круг черного цвета. Ширина мишени должна быть равна видимой ширине мушки. При прицеливании по такой мишени мушка своими боковыми гранями сливается с краями прямоугольника, что позволяет пристрельщику замечать незначительные отклонения по боковому направлению. Высота мишени (диаметр круга) устанавливается опытным путем; она должна обеспечивать четкую видимость точки прицеливания.

Пример. Определить ширину мишени x для приведения к нормальному бою станкового пулемета Горюнова (рис. 54), если дальность стрельбы AC равна 100 м, среднее расстояние от глаза стреляющего до мушки AE — 1 м, диаметр (толщина) мушки $ДЕ$ — 0,002 м.

Решение. Из подобия треугольников ABC и $АДЕ$ имеем:

$$\frac{AC}{AE} = \frac{x}{ДЕ},$$

откуда

$$x = \frac{AC \cdot ДЕ}{AE};$$

$$x = \frac{100 \cdot 0{,}002}{1} = 0{,}20 \text{ м, или } 20 \text{ см.}$$

10. **Дальность стрельбы** для проверки боя оружия и приведения его к нормальному бою определяется возможностью проверить качество оружия, избежать влияния метеорологических условий на полет пули и иметь хорошую точность прицеливания. Такой дальностью является: для пистолетов (револьверов) — 25—50 м; для автоматов — 50—100 м, для остальных видов оружия — 100 м.

При стрельбе на дальность, больше установленной, на бой оружия заметное влияние

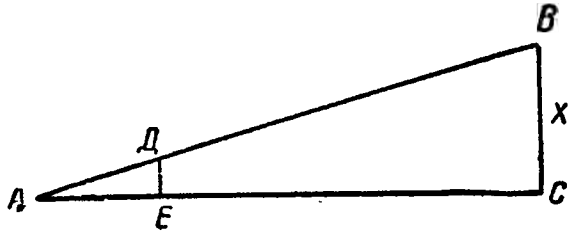


Рис. 54. Определение ширины мишени для приведения оружия к нормальному бою

оказывают метеорологические условия. При стрельбе на дальность, меньше установленной, ненормальности, если они имеются в оружии, не сказываются заметно на его бое.

11. **Установка прицела** для проверки боя оружия и приведения его к нормальному бою определяется наиболее часто применяющейся в бою дальностью стрельбы. Для большинства видов стрелкового оружия такой установкой является прицел 3.

Положение контрольной точки (нормальное положение средней точки попадания) зависит от установки прицела и дальности стрельбы и определяется превышением средней траектории над линией прицеливания (точкой прицеливания).

12. Стрельба при проверке боя оружия и приведении его к нормальному бою должна производиться патронами с обыкновенными пулями.

13. **Число выстрелов** при проверке боя оружия и приведении его к нормальному бою определяется заданной точностью приведения оружия к нормальному бою и возможностью оценить рассеивание пуль (кучность боя).

Под точностью приведения оружия к нормальному бою понимается точность совмещения центра рассеивания с контрольной точкой. Точность совмещения центра рассеивания с контрольной точкой тем больше, чем точнее определено положение средней точки попадания и исправлено положение мушки (целика) на оружии.

Точность определения положения средней точки попадания зависит от количества выстрелов (групп выстрелов). Чем больше будет произведено выстрелов, тем точнее можно определить положение средней точки попадания. Опытным путем и расчетами установлено, что для достижения достаточной для практики точности в определении положения средней точки попадания при стрельбе одиночными выстрелами требуется 4 патрона; увеличение числа выстрелов незначительно повышает точность определения средней точки попадания, но в то же время приводит к увеличенному расходу патронов.

При приведении оружия к нормальному бою автоматическим огнем ошибка в прицеливании влияет на отклонение всей очереди и одна очередь может дать неверное представление о положении средней точки попадания. Поэтому для определения средней точки попадания с достаточной точностью необ-

ходимо производить две-три очереди установленной длины, на что потребуется не менее 8—10 патронов. Кроме того, при таком количестве выстрелов автоматическим огнем более полно выявляется рассеивание.

Четыре выстрела одиночным огнем и 8—10 выстрелов автоматическим огнем позволяют также сделать правильный вывод о кучности боя оружия.

Если после первой стрельбы кучность боя или отклонение средней точки попадания от контрольной точки незначительно отличается от установленных норм, допускается повторная стрельба, так как это могло произойти по причинам, зависящим от пристрельщика, а не от оружия.

14. **Явно отклонившейся пробоиной** при четырех одиночных выстрелах следует считать ту, которая оказалась вне габарита и отклонилась от средней точки попадания, найденной по трем наиболее кучно расположенным пробоинам, на расстояние больше 2,5 радиуса рассеивания этих трех пробоин.

Рассматривать пробоину как явно отклонившуюся и исключать ее при определении средней точки попадания и величины рассеивания можно только в том случае, если рассеивание всех четырех пробоин превышает установленные соответствующим наставлением по стрелковому делу нормы.

15. Для оценки кучности боя при проверке боя оружия и приведении его к нормальному бою применяется **габарит** в форме круга (окружности) определенной величины, так

как рассеивание в вертикальной плоскости при стрельбе на близкие расстояния имеет форму круга.

Диаметр этого круга (габарита) для каждого вида оружия определяется на основании опытных стрельб и принимается таким, чтобы при данном количестве выстрелов оружие, имеющее нормальную кучность боя, не могло быть забраковано, а оружие с ненормальной кучностью боя не могло быть признано хорошим. Он равен примерно 2,5—3 срединным отклонениям, при этом допускается исключение явно отклонившейся пробоины.

16. **Величина отклонения средней точки попадания от контрольной точки** при приведении оружия к нормальному бою определяется влиянием допустимых отклонений на действительность стрельбы и практической возможностью совмещения средней точки попадания с контрольной точкой при ограниченном количестве выстрелов. Допустимое же отклонение средней точки попадания от контрольной устанавливается на основании опытных стрельб. Оно равно примерно 2,5 срединного отклонения среднего результата.

Срединное отклонение среднего результата равно частному от деления срединного отклонения на корень квадратный из количества отклонений (выстрелов).

17. При приведении оружия к нормальному бою величина необходимого **перемещения мушки** при отклонении средней точки попадания от контрольной точки находится из подобия треугольников *АВС* и *АДЕ* (рис. 55).

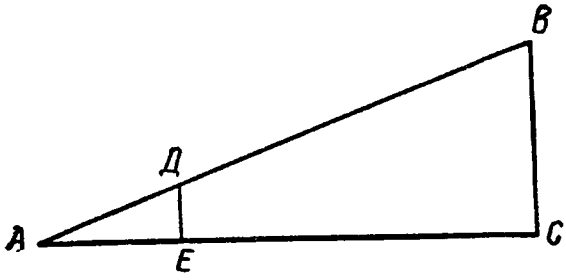


Рис. 55. Определение величины перемещения мушки при отклонении средней точки попадания от контрольной

Пример. Определить величину перемещения мушки, если при приведении самозарядного карабина Симонова к нормальному бою средняя точка попадания отклонилась от контрольной на 10 см.

Решение. Дальность стрельбы

$$AC = 100 \text{ м} = 100\,000 \text{ мм};$$

отклонение средней точки попадания от контрольной точки

$$BC = 10 \text{ см} = 100 \text{ мм};$$

длина прицельной линии карабина

$$AE = 48 \text{ см} = 480 \text{ мм};$$

величина перемещения мушки

$$ДЕ = \frac{AE \cdot BC}{AC} = \frac{480 \cdot 100}{100000} = 0{,}48 \text{ мм},$$

или округленно 0,5 мм, т. е. перемещение мушки карабина на 0,5 мм вызывает отклонение средней точки попадания на 10 см.

На этом же основании определяется величина опиловки, вывинчивания или ввинчивания мушки, когда имеется отклонение средней точки попадания по высоте.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ТАБЛИЦЫ ЗНАЧЕНИЙ ВЕРОЯТНОСТИ ПОПАДАНИЯ И ПОРАЖЕНИЯ ЦЕЛИ, РАЗМЕРЫ ЦЕЛЕЙ И СРЕДИННЫЕ ОШИБКИ ПОДГОТОВКИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Таблица 1

Вероятности попадания в полосу

Таблица составлена при условии прохождения средней траектории через середину цели:

$$B = \frac{z}{B\delta} = \frac{y}{Bв} = \frac{x}{Bд},$$

где z, y, x — соответственно половины ширины, высоты или глубины цели; $B\delta$, $Bв$, $Bд$ — характеристики рассеивания по боковому направлению, высоте и дальности; $\Phi(B)$ — вероятность попадания в полосу, равную ширине, высоте или глубине цели; также $B = \frac{\Delta}{E}$, где Δ — предел ошибок; E — срединная ошибка.

B	$\Phi(B)$	B	$\Phi(B)$	B	$\Phi(B)$	B	$\Phi(B)$	B	$\Phi(B)$
0,00	0,000								
0,01	0,005	0,06	0,032	0,11	0,059	0,16	0,086	0,21	0,113
0,02	0,011	0,07	0,038	0,12	0,065	0,17	0,091	0,22	0,118
0,03	0,016	0,08	0,043	0,13	0,070	0,18	0,097	0,23	0,123
0,04	0,022	0,09	0,048	0,14	0,075	0,19	0,102	0,24	0,129
0,05	0,027	0,10	0,054	0,15	0,081	0,20	0,107	0,25	0,134

Продолжение

B	$\Phi(B)$	B	$\Phi(B)$	B	$\Phi(B)$	B	$\Phi(B)$	B	$B(\Phi)$
0,26	0,139	0,56	0,294	0,86	0,438	1,16	0,556	1,46	0,675
0,27	0,145	0,57	0,299	0,87	0,443	1,17	0,570	1,47	0,679
0,28	0,150	0,58	0,304	0,88	0,447	1,18	0,574	1,48	0,682
0,29	0,155	0,59	0,309	0,89	0,452	1,19	0,578	1,49	0,685
0,30	0,160	0,60	0,314	0,90	0,456	1,20	0,582	1,50	0,688
0,31	0,166	0,61	0,319	0,91	0,461	1,21	0,586	1,51	0,692
0,32	0,171	0,62	0,324	0,92	0,465	1,22	0,589	1,52	0,695
0,33	0,176	0,63	0,329	0,93	0,470	1,23	0,593	1,53	0,698
0,34	0,181	0,64	0,334	0,94	0,474	1,24	0,597	1,54	0,701
0,35	0,187	0,65	0,339	0,95	0,478	1,25	0,601	1,55	0,704
0,36	0,192	0,66	0,344	0,96	0,483	1,26	0,605	1,56	0,707
0,37	0,197	0,67	0,349	0,97	0,487	1,27	0,608	1,57	0,710
0,38	0,202	0,68	0,354	0,98	0,491	1,28	0,612	1,58	0,713
0,39	0,207	0,69	0,358	0,99	0,496	1,29	0,616	1,59	0,716
0,40	0,213	0,70	0,363	1,00	0,500	1,30	0,619	1,60	0,719
0,41	0,218	0,71	0,368	1,01	0,504	1,31	0,623	1,61	0,722
0,42	0,223	0,72	0,373	1,02	0,509	1,32	0,627	1,62	0,725
0,43	0,228	0,73	0,378	1,03	0,513	1,33	0,630	1,63	0,728
0,44	0,233	0,74	0,382	1,04	0,517	1,34	0,634	1,64	0,731
0,45	0,239	0,75	0,387	1,05	0,521	1,35	0,637	1,65	0,734
0,46	0,244	0,76	0,392	1,06	0,525	1,36	0,641	1,66	0,737
0,47	0,249	0,77	0,396	1,07	0,530	1,37	0,645	1,67	0,740
0,48	0,254	0,78	0,401	1,08	0,534	1,38	0,648	1,68	0,742
0,49	0,259	0,79	0,406	1,09	0,538	1,39	0,652	1,69	0,746
0,50	0,264	0,80	0,411	1,10	0,542	1,40	0,655	1,70	0,748
0,51	0,269	0,81	0,415	1,11	0,546	1,41	0,658	1,71	0,751
0,52	0,274	0,82	0,420	1,12	0,550	1,42	0,662	1,72	0,754
0,53	0,279	0,83	0,424	1,13	0,554	1,43	0,665	1,73	0,757
0,54	0,284	0,84	0,429	1,14	0,558	1,44	0,669	1,74	0,759
0,55	0,289	0,85	0,434	1,15	0,562	1,45	0,672	1,75	0,762

Продолжение

B	$\Phi(B)$	B	$\Phi(B)$	B	$\Phi(B)$	B	$\Phi(B)$	B	$\Phi(B)$
1,76	0,765	2,06	0,835	2,36	0,889	2,66	0,927	2,96	0,954
1,77	0,767	2,07	0,837	2,37	0,890	2,67	0,928	2,97	0,955
1,78	0,770	2,08	0,839	2,38	0,892	2,68	0,929	2,98	0,956
1,79	0,773	2,09	0,841	2,39	0,893	2,69	0,930	2,99	0,956
1,80	0,775	2,10	0,843	2,40	0,895	2,70	0,931	3,00	0,957
1,81	0,778	2,11	0,845	2,41	0,896	2,71	0,932	3,01	0,958
1,82	0,780	2,12	0,847	2,42	0,897	2,72	0,933	3,02	0,958
1,83	0,783	2,13	0,849	2,43	0,899	2,73	0,934	3,03	0,959
1,84	0,785	2,14	0,851	2,44	0,900	2,74	0,935	3,04	0,960
1,85	0,788	2,15	0,853	2,45	0,902	2,75	0,936	3,05	0,960
1,86	0,790	2,16	0,855	2,46	0,903	2,76	0,937	3,06	0,961
1,87	0,793	2,17	0,857	2,47	0,904	2,77	0,938	3,07	0,962
1,88	0,795	2,18	0,859	2,48	0,906	2,78	0,939	3,08	0,962
1,89	0,798	2,19	0,860	2,49	0,907	2,79	0,940	3,09	0,963
1,90	0,800	2,20	0,862	2,50	0,908	2,80	0,941	3,10	0,963
1,91	0,802	2,21	0,864	2,51	0,910	2,81	0,942	3,11	0,964
1,92	0,805	2,22	0,866	2,52	0,911	2,82	0,943	3,12	0,965
1,93	0,807	2,23	0,867	2,53	0,912	2,83	0,944	3,13	0,065
1,94	0,809	2,24	0,869	2,54	0,913	2,84	0,945	3,14	0,966
1,95	0,812	2,25	0,871	2,55	0,915	2,85	0,945	3,15	0,966
1,96	0,814	2,26	0,873	2,56	0,916	2,86	0,946	3,16	0,967
1,97	0,816	2,27	0,874	2,57	0,917	2,87	0,947	3,17	0,967
1,98	0,818	2,28	0,876	2,58	0,918	2,88	0,948	3,18	0,968
1,99	0,820	2,29	0,878	2,59	0,919	2,89	0,949	3,19	0,969
2,00	0,822	2,30	0,879	2,60	0,921	2,90	0,950	3,20	0,969
2,01	0,825	2,31	0,881	2,61	0,922	2,91	0,950	3,21	0,970
2,02	0,827	2,32	0,882	2,62	0,923	2,92	0,951	3,22	0,970
2,03	0,829	2,33	0,884	2,63	0,924	2,93	0,952	3,23	0,971
2,04	0,831	2,34	0,886	2,64	0,925	2,94	0,953	3,24	0,971
2,05	0,833	2,35	0,887	2,65	0,926	2,95	0,953	3,25	0,972

Продолжение

B	$\Phi(B)$	B	$\Phi(B)$	B	$\Phi(B)$	B	$\Phi(B)$	B	$\Phi(B)$
3,26	0,972	3,40	0,978	3,90	0,991	4,40	0,997	4,90	0,999
3,27	0,973	3,50	0,982	4,00	0,993	4,50	0,998	5,00	0,999
3,28	0,973	3,60	0,985	4,10	0,994	4,60	0,998		
3,29	0,974	3,70	0,987	4,20	0,995	4,70	0,998		
3,30	0,974	3,80	0,989	4,30	0,996	4,80	0,999		

Таблица 2

Вероятности попадания в круглую мишень

Таблица составлена при условии прохождения средней траектории через центр круга:

$$B = \frac{P}{P_{50}},$$

где P — радиус мишени;

P_{50} — радиус круга, вмещающего 50% попаданий;

$\Phi(B)$ — вероятность попадания в круг (в процентах).

B	$\Phi(B)$	B	$\Phi(B)$	B	$\Phi(B)$	B	$\Phi(B)$	B	$\Phi(B)$
0,00	0,0	0,60	22,1	1,20	63,1	1,75	88,0	2,30	97,4
0,05	0,7	0,65	25,4	1,25	66,1	1,80	89,4	2,35	97,8
0,10	0,8	0,70	28,8	1,30	69,0	1,85	90,7	2,40	98,2
0,15	1,5	0,75	32,3	1,35	71,7	1,90	91,8	2,45	98,4
0,20	2,7	0,80	35,8	1,40	74,3	1,95	92,8	2,50	98,7
0,25	4,2	0,85	39,4	1,45	76,7	2,00	93,9	2,55	98,9
0,30	6,0	0,90	41,9	1,50	79,9	2,05	94,6	2,60	99,0
0,35	8,1	0,95	46,5	1,55	81,0	2,10	95,3	2,70	99,4
0,40	10,5	1,00	50,0	1,60	83,0	2,15	95,9	2,80	99,5
0,45	13,1	1,05	53,4	1,65	84,9	2,20	96,5	2,90	99,7
0,50	15,9	1,10	56,8	1,70	86,5	2,25	97,0	3,00	99,8
0,55	18,9	1,15	60,0						

Таблица 3

Зависимость вероятности поражения цели (процента пораженных фигур) от математического ожидания числа попаданий

Математическое ожидание числа попаданий в 1 фигуру	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
Вероятность поражения цели (процент пораженных фигур)	10	19	27	34	41	47	50	57	61	65	71	77	80	85	88	96	99	99,5	100

Примечание. Таблица составлена для $p = 0{,}1$, но с достаточной для практики точностью ею можно пользоваться при $p \leqslant 0{,}3$.

Таблица 4

Вероятность поражения цели при стрельбе несколькими выстрелами

$$P_1 = 1 - (1 - p)^n,$$

где P_1 — вероятность поражения цели заданным количеством выстрелов (очередей);
p — вероятность попадания (вероятность поражения цели при одной очереди);
n — количество выстрелов (очередей).

p \ n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,15	0,16	0,18
0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,11	0,13	0,15	0,17	0,18	0,22	0,25	0,28	0,30	0,33
0,04	0,08	0,12	0,15	0,18	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,39	0,44	0,48	0,52	0,56
0,06	0,12	0,17	0,22	0,27	0,31	0,35	0,39	0,43	0,46	0,52	0,58	0,63	0,67	0,71
0,08	0,15	0,22	0,28	0,34	0,39	0,44	0,49	0,53	0,57	0,63	0,69	0,74	0,78	0,81
0,10	0,19	0,27	0,34	0,41	0,47	0,52	0,57	0,61	0,65	0,72	0,77	0,82	0,85	0,88
0,12	0,23	0,32	0,40	0,47	0,54	0,59	0,64	0,68	0,72	0,78	0,83	0,87	0,90	0,92
0,14	0,26	0,36	0,45	0,53	0,60	0,65	0,70	0,74	0,78	0,84	0,88	0,91	0,93	0,95
0,16	0,30	0,41	0,50	0,58	0,65	0,70	0,75	0,79	0,82	0,88	0,91	0,94	0,96	0,97
0,18	0,33	0,45	0,55	0,63	0,70	0,75	0,80	0,83	0,86	0,91	0,94	0,96	0,97	0,98
0,20	0,36	0,49	0,59	0,67	0,74	0,79	0,83	0,87	0,89	0,93	0,96	0,97	0,98	0,99
0,22	0,39	0,52	0,63	0,71	0,78	0,82	0,86	0,89	0,92	0,95	0,97	0,98	0,99	0,99

Продолжение

p \ n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
0,24	0,42	0,56	0,67	0,75	0,81	0,85	0,89	0,92	0,94	0,96	0,98	0,99	0,99	1,00
0,26	0,45	0,60	0,70	0,78	0,84	0,88	0,91	0,93	0,95	0,97	0,98	0,99	0,99	1,00
0,28	0,48	0,63	0,73	0,81	0,86	0,90	0,93	0,95	0,96	0,98	0,99	1,00	1,00	1,00
0,30	0,51	0,66	0,76	0,83	0,88	0,92	0,94	0,96	0,97	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00
0,32	0,54	0,69	0,79	0,86	0,90	0,93	0,95	0,97	0,98	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00
0,34	0,56	0,71	0,81	0,88	0,92	0,94	0,96	0,98	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00
0,36	0,59	0,74	0,83	0,89	0,93	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,38	0,62	0,76	0,85	0,91	0,94	0,96	0,98	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,40	0,64	0,78	0,87	0,92	0,95	0,97	0,98	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,45	0,70	0,83	0,91	0,95	0,97	0,98	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,50	0,75	0,88	0,94	0,97	0,98	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,55	0,78	0,91	0,96	0,98	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,60	0,84	0,94	0,97	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,65	0,88	0,96	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,70	0,91	0,97	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,80	0,96	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,90	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Таблица 5

Сетка рассеивания с масштабом в одно срединное отклонение

	−4 *Бб*	−3 *Бб*	−2 *Бб*	−1 *Бб*	0	+1 *Бб*	+2 *Бб*	+3 *Бб*	+4 *Бб*	
2%	0,04%	0,14%	0,32%	0,50%		0,50%	0,32%	0,14%	0,04%	+4 *Вв*
7%	0,14%	0,49%	1,12%	1,75%		1,75%	1,12%	0,49%	0,14%	+3 *Вв*
16%	0,32%	1,12%	2,56%	4,00%		4,00%	2,56%	1,12%	0,32%	+2 *Вв*
25%	0,50%	1,75%	4,00%	6,25%		6,25%	4,00%	1,75%	0,50%	+1 *Вв*
										0
25%	0,50%	1,75%	4,00%	6,25%		6,25%	4,00%	1,75%	0,50%	−1 *Вв*
16%	0,32%	1,12%	2,56%	4,00%		4,00%	2,56%	1,12%	0,32%	−2 *Вв*
7%	0,14%	0,49%	1,12%	1,75%		1,75%	1,12%	0,49%	0,14%	−3 *Вв*
2%	0,04%	0,14%	0,32%	0,50%		0,50%	0,32%	0,14%	0,04%	−4 *Вв*
	2%	7%	16%	25%		25%	16%	7%	2%	

Таблица 6

Размеры целей и коэффициенты фигурности

Наименование целей (мишеней)	Размеры целей (мишеней)				Приведенные размеры мишеней (округленно)	
	ширина, м	высота, м	площадь, м²	коэффициент фигурности	ширина, м	высота, м
Головная фигура (мишень № 5) . .	0,50	0,30	0,10	0,68	0,41	0,25
Грудная фигура (мишень № 6)	0,50	0,50	0,20	0,80	0,45	0,45
Поясная фигура (мишень № 7) . .	0,50	1,00	0,45	0,90	0,47	0,95
Бегущая фигура (мишень № 8) . .	0,50	1,50	0,64	0,85	0,46	1,40
Бегущая фигура (мишень № 8а) . .	0,50	1,50	0,55	0,74	0,42	1,30
Реактивное противотанковое ружье (мишень № 9) . .	1,00	1,00	0,72	0,72	0,85	0,85
Пулемет (мишень № 10)	0,75	0,55	0,31	0,75	0,65	0,48
Пулемет (мишень № 10а)	1,00	0,75	0,56	0,74	0,86	0,65
Противотанковый гранатомет (мишень № 9а) . . .	1,00	0,55	0,44	0,80	0,89	0,49

Продолжение

Наименование целей (мишеней)	Размеры целей (мишеней)				Приведенные размеры мишеней (округленно)	
	ширина, м	высота, м	площадь, м²	коэффициент фигурности	ширина, м	высота, м
Противотанковое (безоткатное) орудие (мишень № 11)	1,50	1,10	1,57	0,95	1,45	1,07
Танк (мишень № 12)	3,60	2,80	8,6	0,85	3,32	2,60
Танк (мишень № 12а)	6,90	2,80	13,9	0,72	5,86	2,38
Танк в окопе (мишень № 12б) . . .	2,50	1,10	2,5	0,90	2,35	1,06
Бронетранспортер (мишень № 13) . .	3,20	2,00	5,45	0,85	2,95	1,85
Бронетранспортер (мишень № 13а)	4,00	2,00	6,74	0,84	3,67	1,83
ПТУРС на автомобиле (мишень № 18)	2,00	2,20	3,35	0,76	1,74	1,92

Примечание. Размеры мишеней даны по Курсу стрельб из стрелкового оружия (КС-66).

Таблица 7

Срединные ошибки подготовки исходных данных

Дальность, м	Патрон обр. 1943 г.		Винтовочный патрон		Дальность, м
	Срединная ошибка по высоте, соответствующая срединной ошибке в определении дальности, равной 10% дальности	Срединная ошибка в боковом направлении, соответствующая срединной ошибке определения скорости бокового ветра, равной 1,5 м/сек	Срединная ошибка по высоте, соответствующая срединной ошибке в определении дальности, равной 10% дальности	Срединная ошибка в боковом направлении, соответствующая срединной ошибке определения скорости бокового ветра, равной 1,5 м/сек	
	Ев	*Ен*	*Ев*	*Ен*	
	Метры				
100	0,01	0,01	0,01	0,01	100
200	0,05	0,06	0,04	0,04	200
300	0,14	0,15	0,09	0,09	300
400	0,32	0,29	0,19	0,17	400
500	0,63	0,48	0,36	0,28	500
600	1,11	0,72	0,63	0,43	600
700	1,80	1,02	1,02	0,62	700
800	2,74	1,37	1,56	0,84	800
900	3,96	1,75	2,31	1,09	900
1000	5,48	2,14	3,29	1,38	1000
1100			4,5	1,71	1100
1200			6,0	2,07	1200
1300			7,8	2,46	1300
1400			9,9	2,88	1400
1500			12,4	3,34	1500

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Глава первая. **Сведения из внутренней баллистики**	3
Выстрел и его периоды	—
Начальная скорость пули	10
Отдача оружия и угол вылета	12
Особенности выстрела из ручных (станковых) противотанковых гранатометов	15
Действие пороховых газов на ствол и меры по его сбережению	17
Глава вторая. **Сведения из внешней баллистики**	23
Траектория и ее элементы	—
Прицеливание (наводка)	35
Форма траектории и ее практическое значение	39
Влияние условий стрельбы на полет пули (гранаты)	49
Глава третья. **Рассеивание пуль (гранат) при стрельбе**	56
Явление рассеивания	—
Причины рассеивания	58
Закон рассеивания	61
Определение средней точки попадания	63
Меры рассеивания и зависимость между ними	66
Характер рассеивания при стрельбе одиночными выстрелами	77
Характер рассеивания при стрельбе автоматическим огнем (очередями)	—
Зависимость характера и величины рассеивания от условий стрельбы	86
Меткость стрельбы и поражаемая зона	90
Глава четвертая. **Действительность стрельбы**	94
Понятие о действительности стрельбы	—
Вероятность попадания и ее зависимость от различных причин	103
Способы определения вероятности попадания	106

Стр.

Вероятность поражения цели 123
Математическое ожидание числа (процента) пораженных фигур групповой цели 127
Математическое ожидание числа попаданий и средний ожидаемый расход боеприпасов и времени 129
Зависимость действительности стрельбы от различных причин 134

Приложения:

1. Сведения о взрывчатых веществах. Взрыв и его характеристика. Деление взрывчатых веществ по характеру их действия и практическому применению 141
2. Мера измерения углов — тысячная 150
3. Обоснование правил проверки боя стрелкового оружия и приведения его к нормальному бою 154
4. Таблицы значений вероятности попадания и поражения цели, размеры целей и срединные ошибки подготовки исходных данных 164

Таблица 1. Вероятности попадания в полосу . . . . . —
Таблица 2. Вероятности попадания в круглую мишень 167
Таблица 3. Зависимость вероятности поражения цели (процента пораженных фигур) от математического ожидания числа попаданий 168
Таблица 4. Вероятность поражения цели при стрельбе несколькими выстрелами 169
Таблица 5. Сетка рассеивания с масштабом в одно срединное отклонение 171
Таблица 6. Размеры целей и коэффициенты фигурности 172
Таблица 7. Срединные ошибки подготовки исходных данных 174